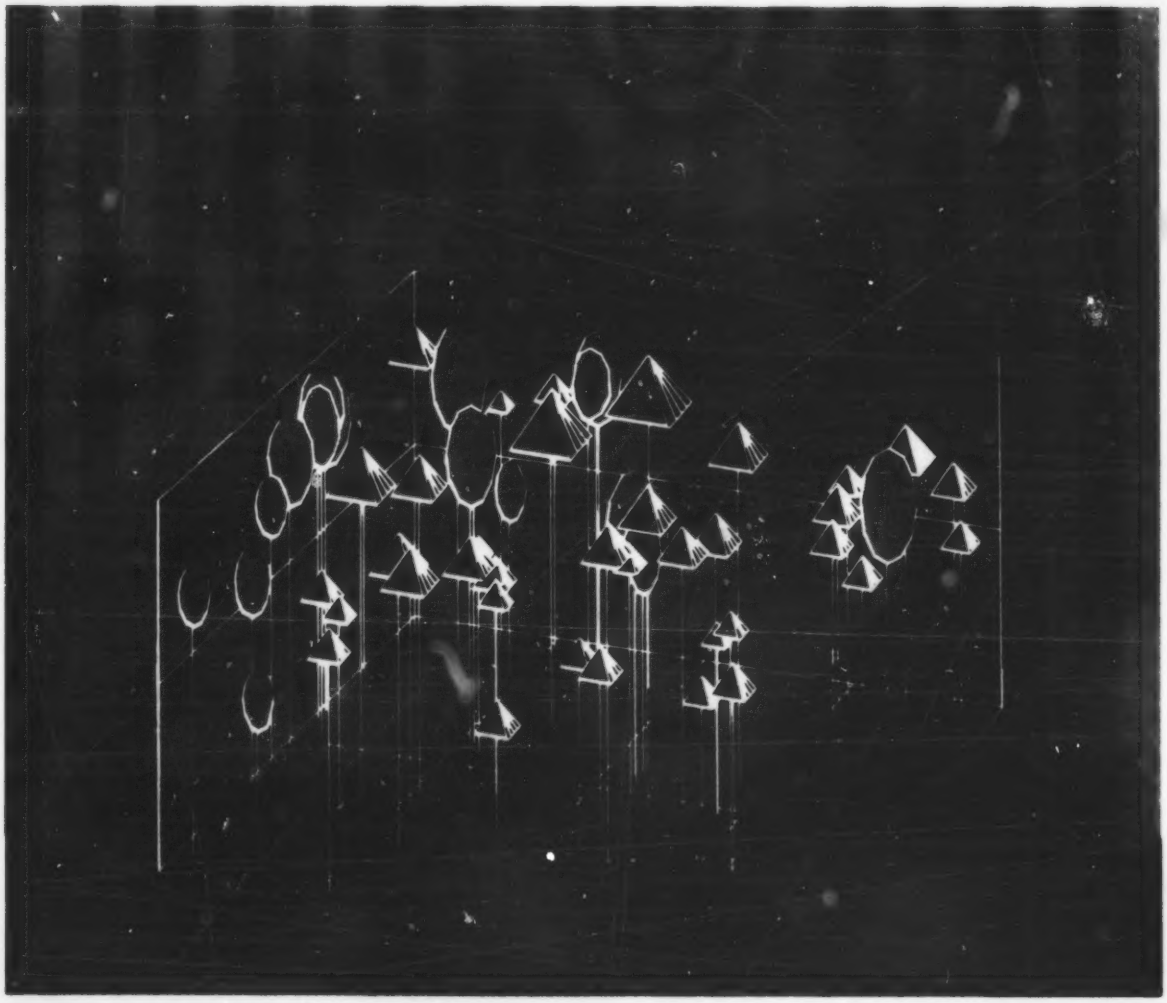
ARNEWS Annual Report 1990

J. Peter Hall

Information Report ST-X-1



Forestry Canada Forêts Canada

Canada

Forestry Canada

Forestry Canada is the main focus for forestry matters in the federal government. It provides national leadership through the development, coordination, and implementation of federal policies and programs to enhance long-term economic, social, and environmental benefits from the forest sector for Canadians.

Forestry Canada is a decentralized organization with six regions, two national research institutes, and seven regional sub-offices located across Canada. Headquarters is located in the National Capital Region in Hull, Quebec.

In support of its mandate, Forestry Canada carries out the following activities:

- administers forest development agreements negotiated with the provinces
- undertakes and supports research, development, and technology transfer in forest management and utilization
- compiles, analyzes, and disseminates information about national and international forest resources and related matters
- monitors disease and insect pests in Canada's forests
- provides information, analyses, and policy advice on economics, industry, markets, and trade related to the forest sector
- promotes employment, education, and training opportunities in the forest sector
- promotes public awareness of all aspects of the forest sector.

Forestry Canada interacts regularly with provincial and territorial governments, industry, labor, universities, conservationists, and the public through such bodies as the Canadian Council of Forest Ministers, the Forest Sector Advisory Council, the Forestry Research Advisory Council of Canada, the Canadian Forest Inventory Committee, the Canadian Committee on Forest Fire Management, the Canadian Interagency Forest Fire Centre, and regional consultative committees. Forestry Canada is also active in international forestry agencies such as the International Union of Forestry Research Organizations and the Food and Agriculture Organization, as well as in technical and trade missions.

Printed on recycled paper

ARNEWS Annual Report 1990

Compiled by

J. Peter Hall

Science and Sustainable Development Directorate

with contributions from

A. Raske, Newfoundland and Labrador Region

L. Magasi, Maritimes Region

D. Lachance, Quebec Region

S. D'Eon, J. Racz, Petawawa National Forestry Institute

A. Hopkin, Ontario Region

H. Cerezke, Northwest Region

A. Van Sickle, Pacific and Yukon Region

Information Report ST-X-1

Published by

Forestry Canada
Science and Sustainable Development Directorate
Ottawa, 1991

92-02882/

© Minister of Supply and Services Canada 1991
Catalogue No. Fo29-33/1-1991
ISBN 0-662-58679-4
ISSN 0705-324X

Copies of this publicaton may be obtained free of charge from:
Forestry Canada
Public Enquiries Centre
Hull, Quebec
K1A 1G5

Phone: (819) 953-2312
Fax: (819) 953-7048

A microfiche edition of this publication may be purchased from:
Micromedia Ltd.
Place du Portage
165 Hôtel-de-Ville St.
Hull, Quebec
J8X 3X2

Canadian Cataloguing in Publication Data

Canada. Forestry Canada. Science and
Sustainable Development Directorate

ARNEWS annual report

1990-
Annual
(Information report ; ST-X-1)
Text in English and French with French text
on inverted pages.
Title on added t.p.: Rapport annuel ... sur
le Dispositif national d'alerte rapide pour
les pluies acides (DNARPA).
ISSN 1188-2891 = ARNEWS annual report
Catalogue No. Fo29-33/1-1991

1. Forest conservation — Canada. 2. Acid
rain — Canada. 3. Air — Pollution — Canada.
I. Title. II. Title: Rapport annuel ... sur le
Dispositif national d'alerte rapide pour les pluies
acides (DNARPA). III. Series: Information report
(Canada. Forestry Canada) ; ST-X-1.

SD414.C32C3 1991 634.9'619'0971 C92-099522-5E

Contents

Acknowledgments 5

Abstract 5

Introduction 5

Purpose of ARNEWS 5

Methods 6

Discussion 7

The Health of Canada's Forests 7

Forest Health by Tree Species 8

Acknowledgments

Many people helped develop the ARNEWS system, its concept, establishment, measurement, analysis, and reporting. This report could not have been produced without their efforts. Thanks are due to all Forest Insect and Disease Survey (FIDS) staff, both in the lab and in the field; Ben Moody who as FIDS coordinator and Paul Addison as former Air Pollution coordinator carried the load for many years; Ed Kondo who helped initiate the program; and the scientists and managers of the Air Pollution Program who assisted in the planning stages.

In particular, the authors would like to acknowledge the work done at the Petawawa National Forestry Institute by S. D'Eon and J. Racz who designed the analytical methods, checked the data, and produced the tables and graphs; and Kim Yourth who keypunched all the data into the national databank.

Abstract

Concern about potential deterioration in forest health attributable to air pollution led to the establishment of the Acid Rain National Early Warning System (ARNEWS) by Forestry Canada early in 1984. This network is designed to detect early signs of acid rain damage to Canada's forests before damage became obvious. ARNEWS assesses the health of the forest using a common set of measurements taken on permanent sample plots established by the Forest Insect and Disease Survey (FIDS) of Forestry Canada. The role of FIDS in ARNEWS is to identify forest damage that is not caused by other factors such as insects, disease, fire, weather, etc. Damage detected by FIDS that is not readily explainable becomes the subject of a research project to determine possible causes.

This report describes the health of 16 conifers and 9 hardwoods, species that have a wide range and represent the greater part of the forests of Canada. Based on the results of the monitoring to date, there appears to be no evidence of large-scale decline in the health of Canadian forests. Searches were made for the classic symptoms of air pollution, but little evidence was found of any damage caused by pollution. Furthermore, this assessment of the health of Canadian forests shows that mortality was generally in the normal range of 1–2% and was attributable to stresses from competition, drought, and windstorms. In the few situations in which these figures were exceeded, causes of mortality were apparent.

Introduction

Forests cover approximately 453 million ha, or half the landmass of Canada. The forest industry is the largest single exporter in the Canadian economy, accounting for a value of $ 19.5 billion in 1990. Concern about future forest losses attributable to air pollution in Europe and the decline in the health of trees in Ontario and Quebec led to the establishment of the Acid Rain National Early Warning System (ARNEWS) early in 1984. The then Canadian Forestry Service established this national monitoring network to detect, clearly and accurately, early signs of acid rain damage to Canada's forests before damage became obvious. This was to enable policymakers and forest managers to take action to forestall anticipated large-scale damage to forests.

In ARNEWS, the term "acid rain" is used to encompass all forms of air pollution — wet and dry deposition of SO_4 and NO_3, gaseous pollutant concentrations, and airborne particles. Despite the relatively low levels of pollutants observed and the lack of observed effects, many air pollution biologists believed possible future losses in growth would occur at current levels of pollution.

Canada's forests are composed of mainly hardwoods in southern Ontario and Quebec, mixedwoods in central and Eastern Canada, and softwoods in British Columbia and the northern boreal region. The forests exposed to the highest concentrations of air pollution are the hardwood and mixedwood forests close to populated areas. These forests are some of the most productive in the country, have a high economic value, receive the greatest recreational use, and are important for multiple uses and biodiversity. Some of these uses include farm woodlots, production of maple syrup, tourism, wildlife habitat, and the aesthetic value of these forests. It is public concern that drives the air pollution–forest health issue for Canadians. This national report is the first of an annual series on the state of the health of Canada's forests and is based on results of measurements of the ARNEWS plots from 1984 to 1990.

Purpose of ARNEWS

ARNEWS assesses the health of the forest using a common set of measurements taken on permanent sample plots established by the Forest Insect and Disease Survey (FIDS) of Forestry Canada. With a staff of experienced field technicians, FIDS has provided an annual overview of the health of Canada's 220 million ha of productive forest for the past 50 years. The role of FIDS in ARNEWS is to identify

forest damage that is not caused by other factors such as insects, disease, fire, weather, etc. Damage detected by FIDS that is not readily explainable becomes the subject of a research project to determine possible causes.

The objectives of the ARNEWS program are:

- to detect damage to forest trees and soils that may have been caused by acid rain by isolating damage not attributable to natural causes or management practices, and
- to monitor, over the long term, changes in vegetation and soils attributable to acid deposition and other pollutants in representative forest ecosystems.

Plots were established to allow for maximum representation of known areas of acid deposition, with emphasis on the commercially important tree species and forest types. Differences in the sensitivity of soil to possible changes induced by acid rain were a priority in choosing where to place the plots. Semimature stands in natural forests of suitable species composition were selected to allow for long-term monitoring. These trees have been exposed to forest conditions for at least the last 30 years and should remain untouched for the next 25 years; hence they should reflect future changes in their environment.

This report describes the status of forest trees represented by at least 10 individuals in each region, imposing certain limitations on the report as a national, comprehensive account of the state of forest health in Canada. The system is designed to assess all forest types, although species that occur sporadically but have high public interest or visibility such as oak, elm, hickory, or walnut are now poorly represented. Other forest types now poorly represented include the northern hardwoods and several ecological units and geographic areas in British Columbia. ARNEWS will be expanded to include all forest types, and as many Canadian tree species as possible will be monitored.

Methods

ARNEWS consists of 103 permanent sample plots located in all 10 provinces. Plots are rectangular and measure 10 × 40 m. The following parameters are measured annually and at 5-year intervals:

A. Base year plus assessments every 5 years
   1. Radial growth
   2. Vertical growth
   3. Crown structure and density
   4. Sampling foliage for nutrient analysis
   5. Sampling soil for chemical analysis

B. Base year plus annual assessments
   1. Tree mortality in the stand
   2. Tree condition
   3. Acid rain symptoms

C. Base year plus several assessments per growing season
   1. Acid rain symptoms
   2. Insect and disease conditions
   3. Seed production

Assessments are made on trees within plots; the sampling and detailed measurements (requiring hand-held branch samples) are made on off-plot trees, ensuring that the forest within the plot is not disturbed. All trees are assessed annually and, in the case of tree mortality, an attempt is made to ascribe cause of death.

Species vary in susceptibility to stress. Some tree species are more tolerant of pests than others; some naturally have few insect or disease enemies, whereas others have many. Declines have been observed in maples with relatively little stress in the early stages, whereas spruces appear to be more resistant to many stresses.

The health of the tree crown is assessed for conifers and hardwoods and defined as the percentage of foliage missing, for whatever reason, from the "normal" foliage complement of the tree. It is normal to expect decreasing amounts of needles on older twigs; therefore, defoliation is judged as the percent deviation from the "normal" tree. Normal needle retention for spruces is 7 years, for pines 4 years. To determine "total defoliation," the percentage of missing needles per age-class is assessed. Precise information on the identity of organisms and the level of damage is obtained for all insects and diseases. Several observations are made during the field season wherever possible, to coincide with certain stages in the life cycle of the different groups of organisms.

Tree condition codes for conifers:

01 = Healthy and no defoliation.
02 = Healthy and only current defoliation.
03 = Current and some older foliage damaged, but total defoliation less than 25%.
04 26–50% total defoliation.
05 = 51–75% total defoliation.
06 = 76–90% total defoliation.
07 = More than 90% total defoliation.

Tree condition codes for hardwoods:

01 = Normal healthy tree.
02 = Foliage thin, off-color, particularly in upper crown, but no bare twigs or branches.
03 = Dead twigs present but no dead branches. Dead twigs occur at the ends of the branches, usuall in the top of the crown, and from about 0.5 to 1.0 m from the edge of the crown. In this and subse-

quent categories the foliage is usually, but not necessarily, weak.

04 = Dead branches present on up to 25% of the crown.

05 = Dead branches present on up to 50% of the crown.

06 More than 50% of the crown is dead but some living branches still present on the tree.

07 = More than 50% of the crown is dead. No living branches present except small adventitious ones, usually at the base of the crown or on the stem.

Possible air pollution problems are detected, assessed, and compared with known symptoms of emission toxicity on vegetation. Under field conditions, symptom development on vegetation generally results from exposure to total emissions from a source rather than from an individual pollutant. An attempt was made in ARNEWS to use the visual symptoms of air pollution toxicity to diagnose and assess its impact on forest vegetation. The symptoms of air pollutant toxicity are not highly specific and can be confused with those caused by nonpollutant stresses such as abnormal climatic conditions, nutrient deficiencies, and the effects of insects and diseases. The experienced field technicians of FIDS attempt to separate these symptoms in their assessment of tree health.

Discussion

All ARNEWS plots are located in forests that are regenerating naturally, where the density of trees is high during the first few years after establishment. As part of the succession and growth of stands, density decreases gradually, with only a small percentage of the original trees alive at maturity. Most competition is among individuals of the same species and it is normal for many trees to die during the life span of the stand. ARNEWS plots are located in semimature stands where natural mortality averages 1–2% per year.

Many factors influence the health of trees and contribute to their death, for example, drought, frost, insects, diseases, fire, blowdown, and animal damage. Death of trees near point sources of air pollution is well documented; therefore, to evaluate the indirect effects of air pollution, plots were located away from such point sources. The main hypothesis of forest decline is that trees are altered by stress, which increases their susceptibility to insects and diseases. It is difficult to ascribe a cause of death to trees in declining forests as death often results from the interaction of several abiotic and biotic stress factors that produce a general deterioration leading to the death of trees.

These stresses on the forests are constant and part of the natural ecosystem. Stress varies over time and space, and individual trees and forests react by tolerating and recovering or by declining and succumbing. Both natural (for example, wildfire, windstorms, drought) and anthropogenic (for example, air pollution, harvesting) stresses affect forest ecosystems. In most cases, forest ecosystems are not permanently damaged and recover to a state resembling the original conditions. However, during the period of stress, wood production is reduced and susceptibility to further damage is increased. An ecosystem under stress may be driven over its threshold of resilience and may then stabilize at a different level, or it may decline and degrade completely.

The following species were assessed for the 1990 report:

- **conifers** (16) — eastern white pine, red pine, jack pine, lodgepole pine, tamarack, white spruce, Englemann spruce, Sitka spruce, red spruce, black spruce, western hemlock, Douglas-fir, balsam fir, alpine fir, amabilis fir, western red cedar
- **hardwoods** (9) — trembling aspen, yellow birch, white birch, red alder, American beech, red oak, black cherry, sugar maple, red maple

Tree mortality and the condition of the crown (that is, appearance, foliar damage, foliage retention) are described for the 1990 report. The 16 conifers and 9 hardwoods are a cross section of the major Canadian species and represent the greater part of the forests of Canada.

The Health of Canada's Forests

There appears to be no evidence of large-scale decline in the health of Canadian forests. The ARNEWS plots were assessed and, in particular, searches were made for the classic symptoms of air pollution. Little evidence was found of damage caused by pollution, apart from the damage on birch in southern New Brunswick. Of course, trees might have been weakened or stressed by external factors such as air pollution and this stress is not apparent. Some were certainly stressed by climatic aberrations such as drought and windstorms.

This assessment of forest health in Canadian forests shows that mortality was generally in the normal range of 1–2% and was attributable to stresses from competition, drought, and windstorms. In the few situations in which these figures were exceeded, causes of mortality were apparent. An example is that of budworm on balsam fir in the Maritimes. Other causes of mortality were the insects and

diseases that are a normal part of the forest ecosystem. Particular situations noted were as follows:

- drought and blowdown occurred in Ontario and resulted in mortality in both conifers and hardwoods;
- trees were weakened by decay, and weakened trees were invaded by Armillaria (*Armillaria* spp.) root disease (and other secondary organisms) or found to be susceptible to animal damage and mechanical damage;
- insects caused defoliation on most species in all regions, the greatest damage occurring on conifers in the Maritimes.

Many insects and diseases continually affect the forest adversely. More comprehensive descriptions of these pests and their effects are published in Forestry Canada's annual regional and national FIDS reports.

This report is the first in a series of annual reports describing the state of the health of Canada's forests and the causes of damage observed in them.

Forest Health by Tree Species

Eastern White Pine (*Pinus strobus* L.)

Data on white pine were collected from the Maritimes, Quebec, and Ontario regions. Mortality occurred in suppressed trees and in trees damaged by porcupines (*Erethizon dorsatus*). Armillaria root rot, and northern pitch twig moth (*Petrova albicapitana* [Bsk.]) in weakened trees. Mortality was 1% or less in all three regions, except in Ontario Region in 1990 when infection by white pine blister rust (*Cronartium ribicola*) caused 7.4% mortality. The condition of the crowns was generally good, although some damage attributable to pine leaf adelgid (*Pineus pinifoliae* [Fitch]) and needle flecking (possibly caused by ozone) was reported on young needles in the Maritimes. Needle retention was high in Ontario and the Maritimes but lower in Quebec for an unknown reason.

Red Pine (*P. resinosa* Ait.)

Data were collected only in Quebec Region where no mortality occurred from 1985 to 1990. However, tree condition gradually changed from class 3 to class 4 (Fig. 1). Current foliar damage (in 1990) was rated at trace level for both insects and diseases in 1990.

Jack Pine (*P. banksiana* Lamb.)

Data were collected from the Maritimes, Quebec, and Ontario regions. Mortality averaged about 2% in the Maritimes and about 4–5% in Quebec and Ontario, and occurred in trees in the suppressed and intermediate crown classes. One plot in Quebec, (no. 311), was completely blown over during a storm in the fall of 1989 and was subsequently removed from the network. On one plot, trees were mostly in tree condition class 3 (77%) in 1986, but had gradually changed to class 4 (55%) by 1990. Figure 2 traces the changes in tree condition from 1986 to 1990 in one plot in Quebec. This change in rating results from the premature loss of needles on shoots 2 years old and older.

Across the range of jack pine, damage from several insects and/or diseases, such as spider mites, tip-borers, gall makers, northern pitch twig moths, jack pine budworm (*Choristoneura pinus pinus* Free.), and needle rust (*Coleosporium asterum* [Diet.] Syd. or *C. viburni* Arth.), was observed on many trees. All of these contributed to the discoloration or destruction of foliage. Crown condition changed during the 5-year period, improving in some plots and deteriorating in others (Fig. 2). Wind damage was observed in a few trees. All mortality and damage was accounted for by insects, diseases, and abiotic factors common to forest ecosystems.

Lodgepole Pine (*P. contorta* Dougl.)

Data on lodgepole pine were collected only in the Pacific and Yukon Region, which constitutes the major natural range of the species. Trees were quite healthy, retained virtually their complete complement of needles for the last 3–4 years and experienced the normal, gradual foliar reductions as needle age increased.

Tamarack (*Larix laricina* [Du Roi] K. Koch)

Only the Maritimes Region reported on the status of tamarack. Only one tree died, as a result of multiple infection by European larch canker (*Lachnellula willkommii* [Hartig] Dennis). There is a trend of slow but progressive tamarack deterioration, which affects all trees in the plot. The species is infected with European larch canker, a disease that affects tree condition by killing twigs and branches. Foliar damage from infestation by larch casebearer (*Coleophora laricella* [Hbn.]) was also observed.

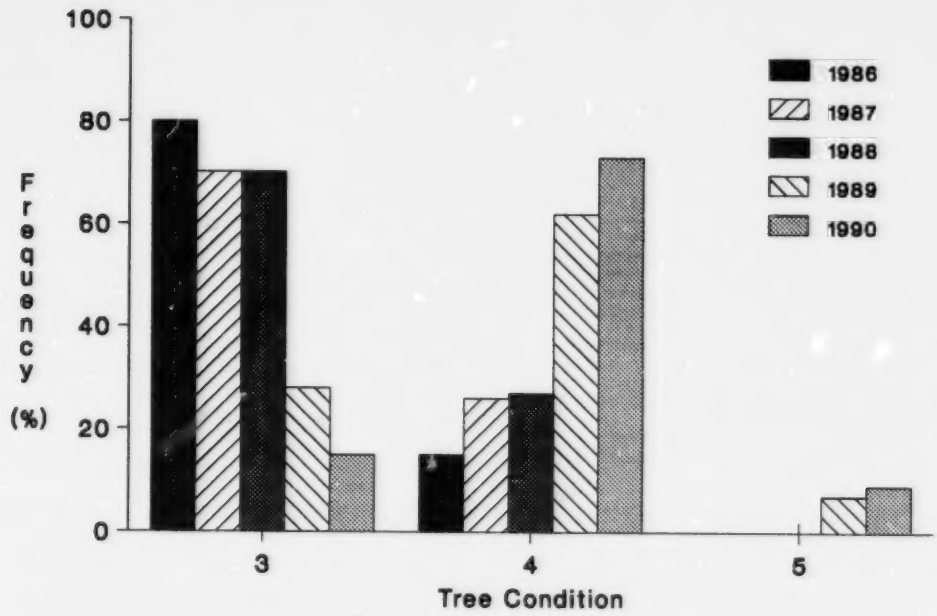


Figure 1. Condition of red pine (*Pinus resinosa* Ait.) from 1986 to 1990 in Quebec Region (plot 324).

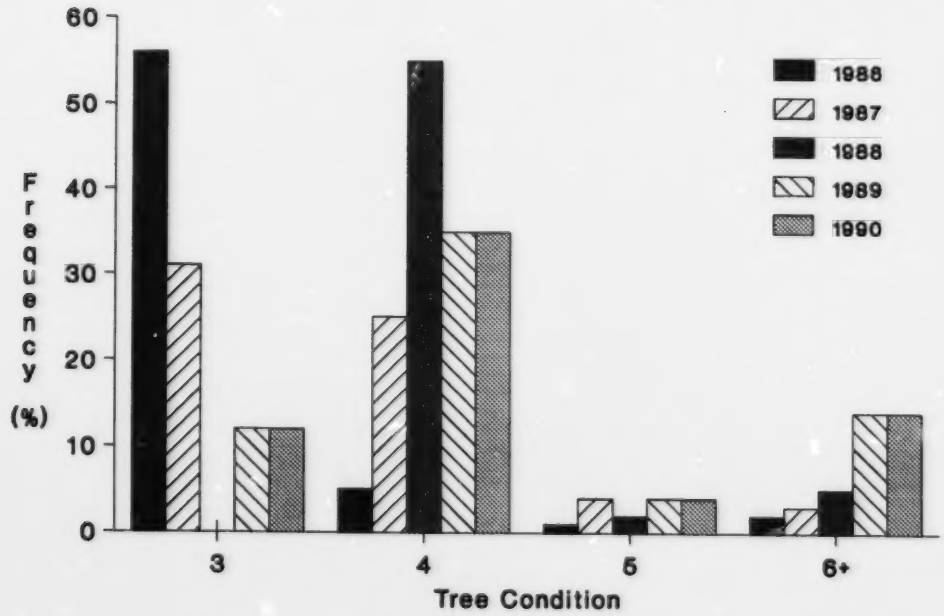


Figure 2. Condition of jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.) from 1986 to 1990 in Quebec Region (plot 310).

White Spruce (*Picea glauca* [Moench] Voss)

Data were collected in all regions. Mortality was in the 1–2 % range everywhere and was attributed to known damaging factors in forests. In the Maritimes Region, most mortality was caused by the spruce budworm; in the Ontario and Pacific regions, windthrow caused some mortality. In the Pacific Region two trees were killed by root rots and one was cut and removed. Foliage was damaged by the spruce budworm, and abiotic damage included needle flecking and chlorosis on older foliage.

Englemann Spruce (*P. englemannii* Parry)

Englemann spruce was reported from the Pacific Region only. No mortality was reported in this species and crown condition was healthy; however, most trees had mottled older foliage in 5 of the 6 years since plot establishment. This was considered to be winter flecking (mainly of the upper needle surface) and may have resulted from snow deposition and reflected sunlight.

Sitka Spruce (*P. sitchensis* [Bong.] Carr.)

In the ARNEWS plots containing Sitka spruce in British Columbia, all trees were healthy and had a full complement of green foliage.

Red Spruce (*P. rubens* Sarg.)

Data were collected in the Maritimes and Quebec regions. Mortality was less than 1% per year and was attributed to windthrow, porcupine damage, beetle attack, and Armillaria root rot. Most (80 + %) of the trees were in crown condition classes 3 and 4, that is, with defoliation of 50% or less. The pattern was constant throughout the sampled area: the percentage of trees with less damage has been increasing steadily since 1987 as the spruce budworm outbreak declines.

Foliar damage by insects and diseases has exceeded trace levels only occasionally, but some foliar damage was observed on nearly all plots during the sample period. Abiotic foliar damage was observed on chlorotic old foliage on some trees in the Maritimes Region.

Black Spruce (*P. mariana* [Mill.] B.S.P.)

Data were collected on black spruce in the Newfoundland, Maritimes, Quebec, and Ontario regions. Annual mortality averaged between 1 and 2%. Trees died from bark beetle attack, blowdown, and suppression, all known forest processes. Many trees in the Maritimes and Newfoundland regions had been damaged during the period by spruce budworm.

There was a slow but gradual improvement in the condition of black spruce in the Newfoundland and Maritimes regions as the trees recovered from a spruce budworm outbreak. In Ontario, there was a slight deterioration in crown condition beginning in 1986, when 95% of black spruce had no damage or only current defoliation. In subsequent years, except for 1989, the percentage of black spruce showing no damage or current defoliation only ranged between 58 and 60%; the remaining trees had damage on older foliage. However, total defoliation on these trees was less than 25%. Figure 3 shows the condition of black spruce in Ontario Region from 1986 to 1990. Spruce needle rust (*Chrysomyxa* sp.) was present at trace to light levels from 1986 to 1990. There was foliar damage caused by the spruce budworm and needle miners, and a few stressed trees had some chlorotic older foliage.

Western Hemlock (*Tsuga heterophylla* [Raf.] Sarg.)

The general condition of western hemlock trees in British Columbia has been good and healthy trees have a full complement of green foliage. Fifteen trees died, representing annual mortality of 1%; this mortality was caused by storm damage (breakage) and by blowdown. In specific situations in which some (usually older) foliage was chlorotic or defoliation occurred, known insects or diseases were the cause.

About half the understory western hemlock in six plots had slightly chlorotic foliage during the past 4 years, attributed to natural shading and competition in stands with closed canopies.

Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco)

Douglas-fir was assessed in the Pacific and Yukon Region thus covering most of its natural range. Tree mortality was observed in 6 of the 15 plots since establishment and averaged less than 2% per year. If suppressed, understory trees of less than 10 cm dbh are excluded, the average is less than 0.5% per year. Suppression from shading was the most common cause of mortality, affecting 32 of the 40 trees that died. The remainder died from storm breakage, blowdown, or root rots.

Generally, trees were healthy and had normal foliage. In one plot (near Penticton) Douglas-fir had

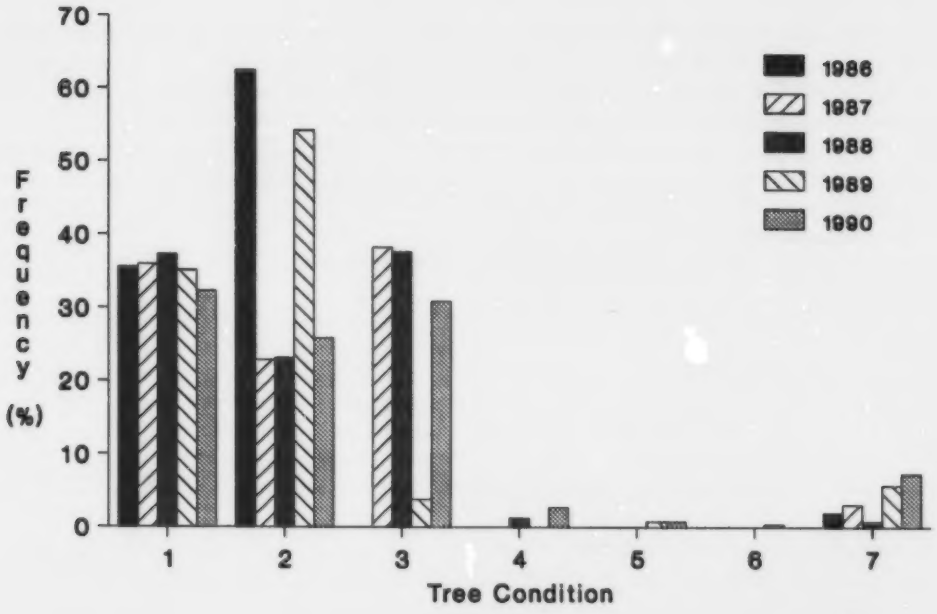


Figure 3. Condition of black spruce (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.) from 1986 to 1990 in Ontario Region.

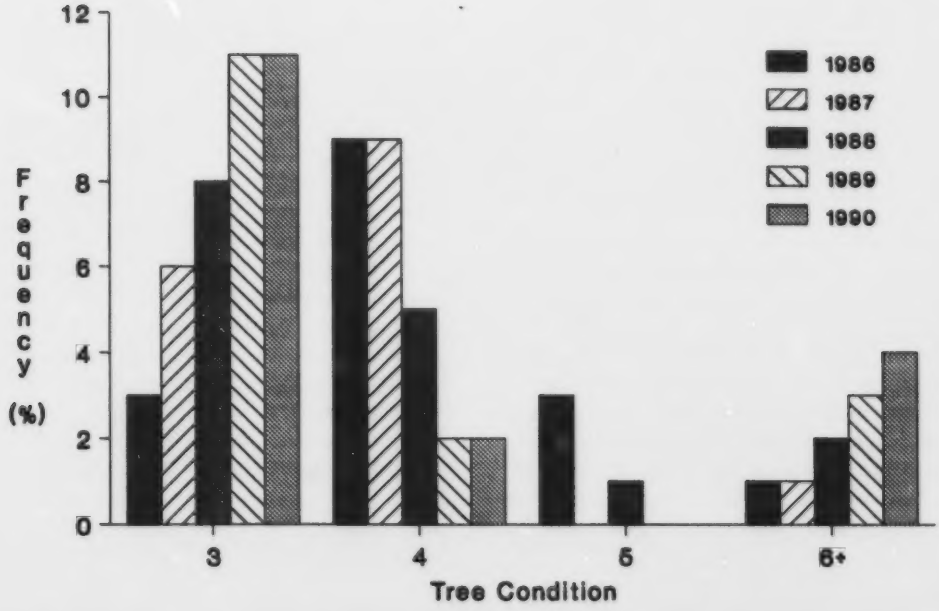


Figure 4. Condition of balsam fir (*Abies balsamea* [L.] Mill.) from 1986 to 1990 in Quebec Region (plot 321).

been damaged by western spruce budworm (*Choristoneura occidentalis* Free.). This resulted in more than 40% defoliation on 5% of the trees, 11–40% defoliation on 80% of the trees, and minimal defoliation on the remainder. This is part of an infestation active over as much as 800 000 ha since 1981. In 2 of the years in which trees were assessed, about 8% of the Douglas-fir in two coastal plots had light chlorotic older foliage because of damage caused by needle fungi (*Rhabdocline pseudotsugae* and *Phaeocryptopus gäumannii*).

Balsam Fir (*Abies balsamea* [L.] Mill.)

Data were collected from Newfoundland, Maritimes, Quebec, and Ontario regions. During the period, average annual mortality was less than 1% in Newfoundland, 2.5% in the Maritimes, and about 2% in Ontario and Quebec. Most trees in areas of low mortality died because of suppression; in areas of higher mortality, death was attributed to spruce budworm damage, which had severely defoliated the trees. Weak trees succumbed to attack by bark beetles, wood borers, or root rot. Other trees that died were in the suppressed or intermediate crown classes. Several trees were also killed by porcupines.

Little change occurred in the condition of the trees in Newfoundland and the little damage there was could be traced to spruce budworm and hemlock looper (*Lambdina fiscellaria fiscellaria* [Gn.]) activity. In the Maritimes Region there was a gradual deterioration in some areas infested by the budworm and in others there was a slow but gradual improvement in tree condition on plots where trees had been damaged by the budworm. Spruce budworm also caused loss of older foliage in Quebec and Ontario where some areas had been subjected to light to moderate defoliation in every year of assessment. Figure 4 shows the trend in tree condition during a 5-year period in Quebec on a plot that is slowly recovering from a budworm infestation in the early 1980s. Although the stand as a whole slowly recovered its health, many severely weakened trees died.

Abiotic foliar damage, attributed to shading of foliage on suppressed trees, was observed at low levels on four plots in Nova Scotia. A few trees had chlorotic older foliage, but overall damage was always less than 5%.

Alpine Fir (*A. lasiocarpa* [Hook.] Nutt.)

Alpine fir trees in British Columbia have generally been healthy and have had a full complement of green foliage. Storm breakage or blowdown killed a few trees. In specific situations in which some (usually older) foliage was chlorotic, or defoliation occurred, insects or diseases were responsible. A few alpine fir in one plot were affected by at least three needle diseases, *Phaeocryptopus nudus*, *Phacidium abietis*, and *Lirula abietis-concolor*.

Amabilis Fir (*A. amabilis* [Dougl.] Forbes)

Amabilis fir in the British Columbia plots were apparently healthy and had a full complement of green foliage. Plots were consistently ranked in class 1 and all trees were healthy and had no defoliation. Mortality was 3%, trees being killed by storm breakage, blowdown, or the bark beetle (*Pseudohylesinus* sp.).

Western Red Cedar (*Thuja plicata* Donn)

Red cedar in British Columbia have generally been healthy and have had a full complement of green foliage. In some instances, foliage was chlorotic or low levels of defoliation were observed; known insects or diseases were responsible. The normal 1–2% level of tree mortality was attributed to suppression from shading.

Trembling Aspen (*Populus tremuloides* Michx.)

Data were collected from the Maritimes and Ontario regions only. In the Maritimes, none of the 15 trembling aspen trees died between 1984 and 1990, in Ontario Region 4 trees died on two plots in 1989–90. Trees were dominant to intermediate types; drought damage and decay were the cause of mortality.

Tree condition in Ontario deteriorated markedly from the healthiest class to poorer crown condition classes, until by 1990, most trees exhibited branch mortality (Fig. 5). Foliar damage was attributed to a variety of insects and diseases, each causing only minimal damage. Leaf spot fungi, wind damage, and drought, especially in Ontario, apparently caused most foliar damage from 1987 to 1989.

Yellow Birch (*Betula alleghaniensis* Britton)

This species was assessed in plots in the Maritimes and Quebec regions and was generally healthy. No trees died in the Maritimes Region and only 2% died in Quebec between 1986 and 1990 from

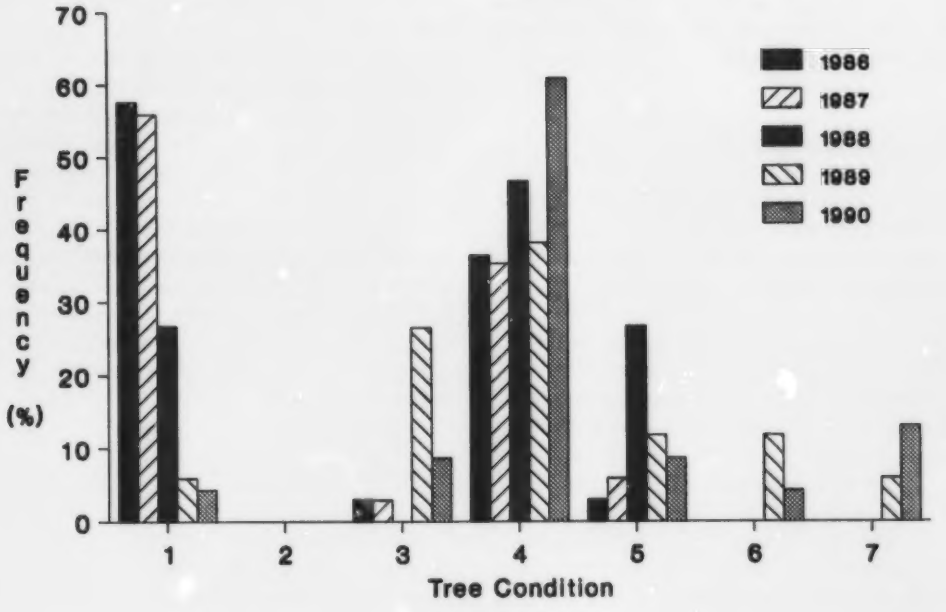


Figure 5. Condition of trembling aspen (*Populus tremuloides* Michx.) from 1986 to 1990 in Ontario Region.

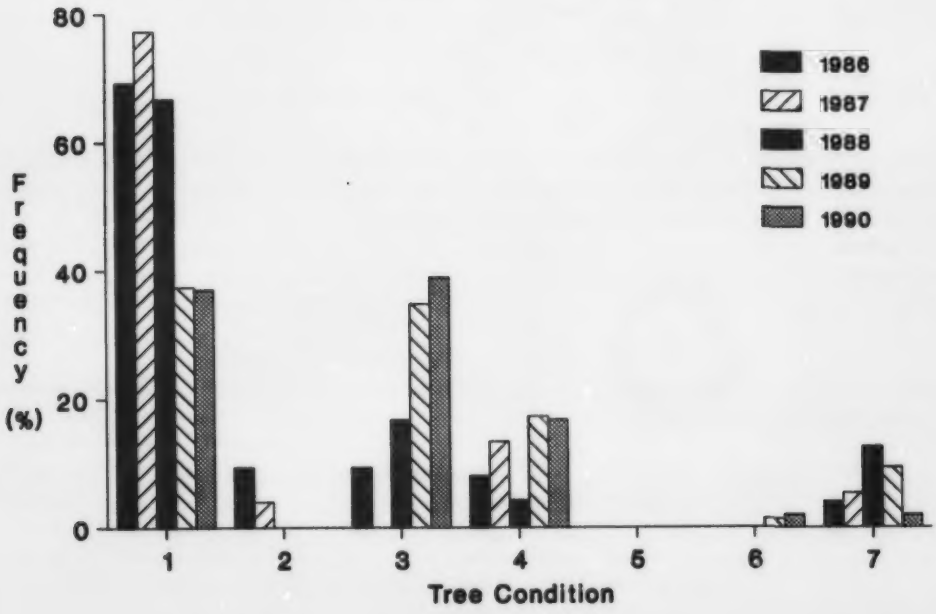


Figure 6. Condition of white birch (*Betula papyrifera* Marsh.) from 1986 to 1990 in Ontario Region.

natural causes. No distinct patterns were observable because there were few trees in the plots, but slight defoliation by insects was evident.

White Birch (*B. papyrifera* Marsh.)

Data were recorded on white birch in the Maritimes, Quebec, Ontario and Pacific and Yukon regions. This is the only hardwood for which we have a national overview of the state of its health.

Mortality in New Brunswick was 10.1% between 1983 and 1990 with an average annual mortality of 1.3%. Mortality averaged 0.5% annually in Quebec and 2.2% in Ontario. Figure 6 shows the change in tree crown condition in Ontario Region from 1986 to 1990. Although changes in tree condition differed among plots, there was a general deterioration of crown condition in 1989 and 1990. In New Brunswick one tree was killed when it was hit by a falling tree. The general condition of trees in most of the Maritimes was good, with little or no change observed. Slightly more than 20% of the trees had limited amounts of branch dieback; the others were either healthy or had a few dead twigs. Again, most mortality in white birch occurred in trees in suppressed crown classes.

Mortality in plots along the Bay of Fundy in southern New Brunswick was attributed to attack by a variety of woodboring insects and/or Armillaria root rot between 1986 and 1989. These trees had been predisposed by the severe summer browning of foliage, leaf fall from early senescence, leaf curl and marginal discoloration that had been observed for several years. These effects were particularly severe from 1979 to 1986. The condition has been reported in detail elsewhere, and research by Forestry Canada, initiated in response to FIDS reports, has implicated acidic fog and ozone as the major causes of the condition. Severe and moderate leaf browning last occurred in 1986. Tree deterioration continued until 1988, but the situation started to improve in 1989 (Table 1).

Damage to foliage of white birch occurred throughout the range of the species and, except as described earlier for birch along the Bay of Fundy, defoliation was slight. Damage to trees was caused by various insects, including the bronze birch borer (*Agrilus anxius* Gory) and by numerous decay organisms. In Ontario, drought contributed to the decline in health of trees from 1987 to 1990. In British Columbia, the general crown condition was normal and there was a full complement of green foliage, except in 1988, when light speckling on birch foliage and marginal necrosis were observed. This condition is symptomatic of ozone injury.

Red Alder (*Alnus rubra* Bong.)

The general condition of red alder in British Columbia is good and all trees have a full complement of green foliage. Septoria leaf spot (*Septoria alni* Sacc.) was common on alder in several coastal areas, causing observable early senescence, which did not affect the health of the trees.

American Beech (*Fagus grandifolia* Ehrh.)

Data are available only from Quebec where 28 trees were monitored. No mortality was observed from 1986 to 1990 and trees were generally healthy.

Red Oak (*Quercus rubra* L.)

Data are available from Quebec and Ontario regions. One codominant tree in Ontario, showing earlier signs of decay, died in 1990. No trees died in the Quebec plots, but crown condition on plot no. 312 declined significantly from 1988 to 1990 (Fig. 7). Average crown condition declined, apparently because

Table 1. Condition of white birch along the Bay of Fundy, New Brunswick, 1982–90 (assessments on 11 plots, 50 trees per plot).

Tree condition	Percent of trees in each class								
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
No dieback	92.9	83.7	64.0	45.3	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Twig dieback only	1.5	8.6	24.9	34.9	47.3	42.6	38.0	43.0	47.0
Twig & branch dieback	4.7	6.0	7.8	14.4	31.3	49.8	54.0	47.0	42.0
Dead	0.9	1.7	3.3	5.4	6.9	7.6	8.0	10.0	11.0

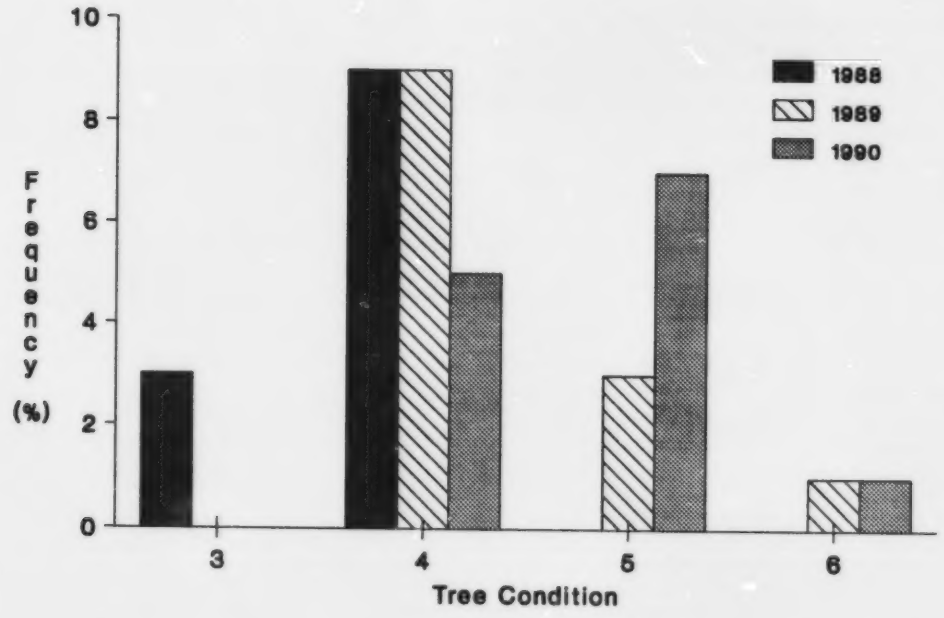


Figure 7. Condition of red oak (*Quercus rubra* L.) from 1988 to 1990 in Quebec Region (plot 312).

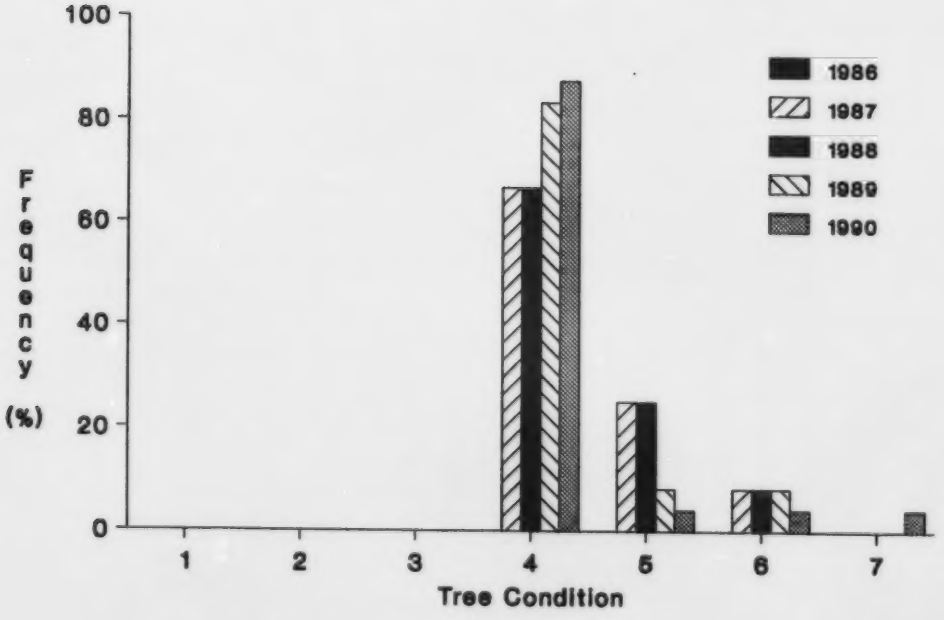


Figure 8. Condition of red oak (*Quercus rubra* L.) from 1986 to 1990 in Ontario Region.

of insect and disease damage. In Ontario, crown condition was poor from 1986 to 1990, all trees showing various levels of branch mortality; some improvement in this condition was apparent by 1989–90 (Fig. 8). Drought prevailed from 1987 to 1989 and contributed to the poor crown conditions. Light defoliation by several insect species occurred in all years.

Black Cherry (*Prunus serotina* Ehrh.)

Black cherry was monitored only in Quebec (14 trees) and was generally healthy. The mean annual mortality rate was 3% from 1986 to 1990. In 1990, 64% of trees were in tree condition class 4, with branch mortality less than 25%.

Sugar Maple (*Acer saccharum* Marsh.)

Data were collected in the Maritimes, Quebec, and Ontario regions. No mortality was recorded in the Maritimes Region, but it was 1% annually in Quebec and up to 3% in Ontario. Mortality was attributed to natural causes as it occurred mostly on trees in suppressed and intermediate crown classes. One dead tree was decayed, possibly because of prior physical damage. Many trees were also stressed by drought from 1987 to 1989.

Almost all sugar maple trees were in crown condition classes 3 and 4 and had less than 25% branch mortality in all years. The general crown condition of sugar maples in Ontario deteriorated from 1986 to 1990, and the percentage of normal healthy trees declined from 63% in 1986 to 30% in 1990. However, most of these trees that declined still showed less than 5% total dieback. The percentage of trees showing more than 5% dieback changed slightly during the same period (Fig. 9).

Foliar damage was reported from all regions but at low or trace levels. In the Maritimes, some leaf browning was caused by anthracnose (*Kabatiella apocrypta*) and leaf spots on one plot in 1989, but in other years only trace or light foliar damage occurred and was caused by a variety of insects and diseases. In Quebec, average annual foliar damage caused by insects and diseases was at trace levels; in one plot, damage increased to moderate levels from 1988 to 1990 because of an infestation by pear thrips (*Taeniothrips inconsequens* [Uzel]). In Ontario, defoliation was minimal and did not influence tree health.

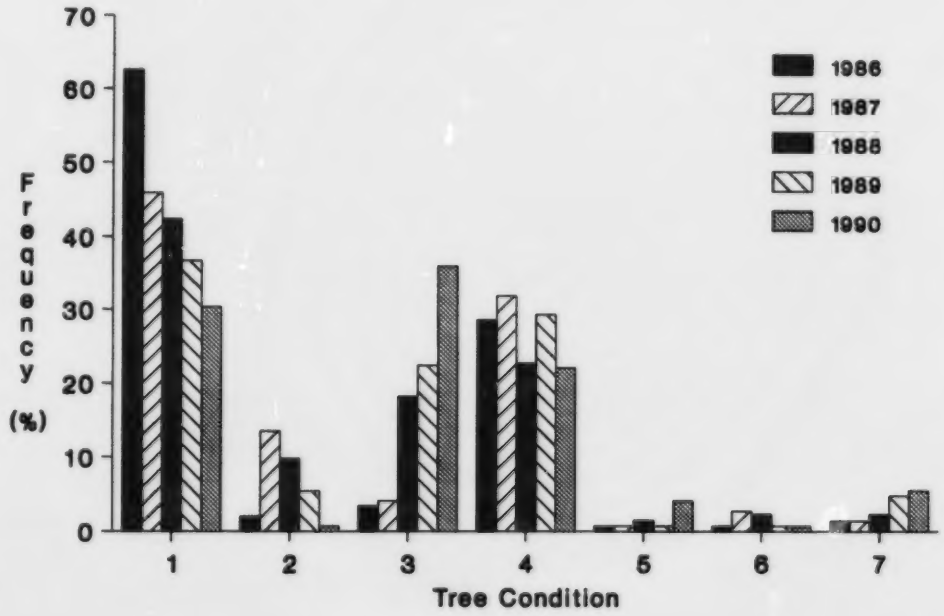


Figure 9. Condition of sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) from 1986 to 1990 in Ontario Region.

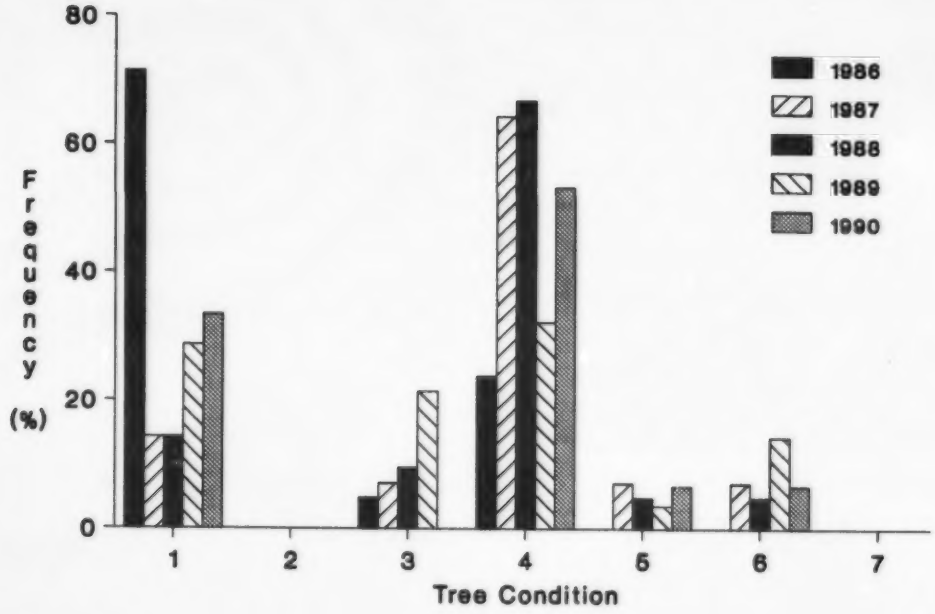


Figure 10. Condition of red maple (*Acer rubrum* L.) from 1986 to 1990 in Ontario Region.

Red Maple (*A. rubrum* L.)

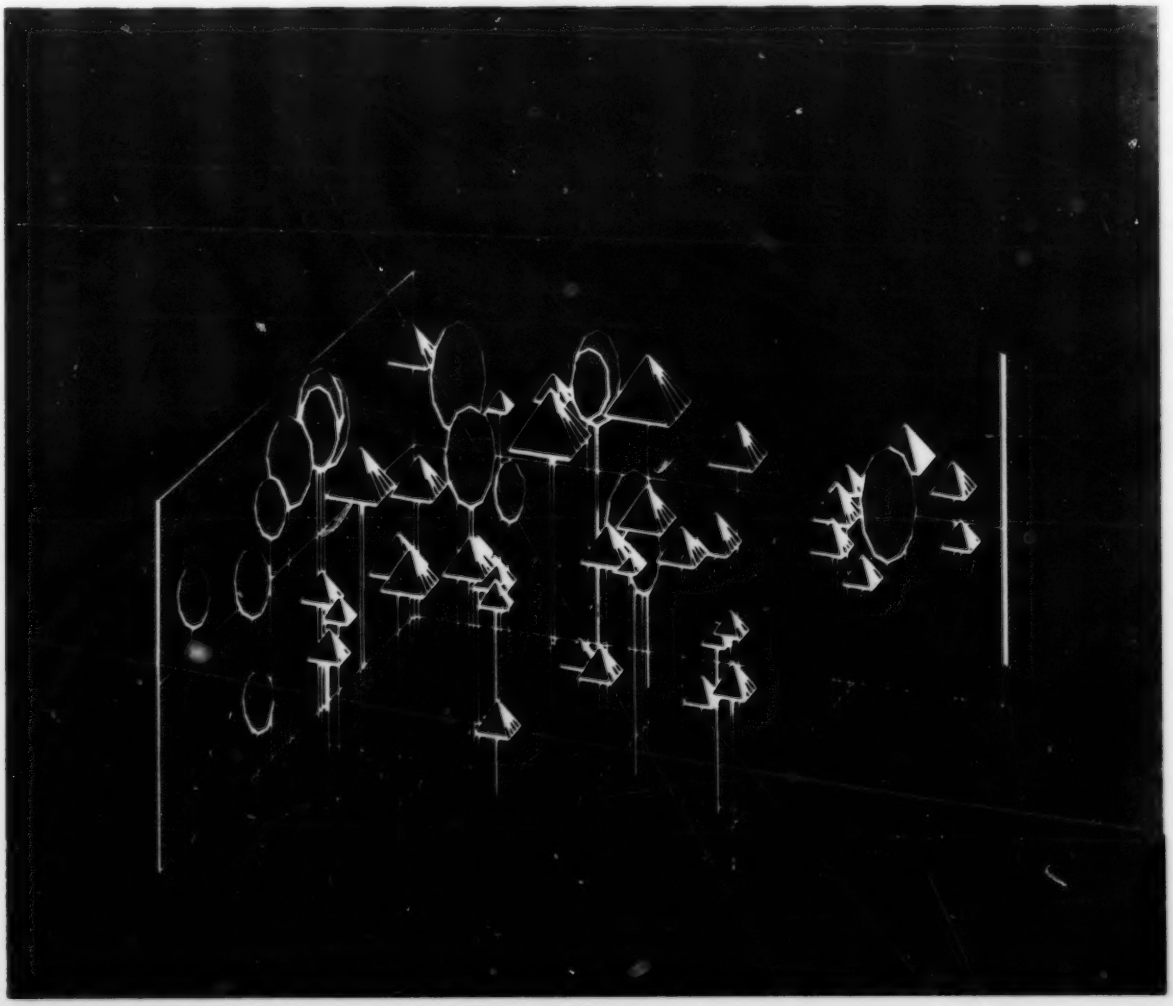
Data were collected in the Maritimes, Quebec, and Ontario regions. No trees died in Ontario and only one died in the Maritimes from a serious stem wound. In Quebec, 1 tree out of 12 died of unknown causes between 1986 and 1990.

Crown condition was good in the Maritimes Region and slightly reduced in Quebec and Ontario. From 1986 to 1990, an average of 80% of the trees in the Maritimes Region were in condition classes 1–3. In Quebec, more than 80% of the trees were in tree condition class 4 (up to 25% branch mortality) in 1990. In Ontario, crown conditions deteriorated from 1986 to 1988 before recovering slightly in 1989–90 (Fig. 10). Some red maples had moderate or severe foliar damage attributable to a combination of mites and a leaf spot. In Ontario, drought and frost caused additional stress to trees from 1987 to 1989.

Rapport annuel 1990 sur le Dispositif national d'alerte rapide pour les pluies acides (DNARPA)

J. Peter Hall

Rapport d'information ST-X-1



Forêts Canada Forestry Canada

Canada

Forêts Canada

Forêts Canada est l'organisme principal en matière de foresterie à l'intérieur du gouvernement fédéral. Chef de file sur le plan national, il assure la préparation, la coordination et la mise en œuvre des politiques et des programmes fédéraux dans le but d'améliorer les avantages économiques, sociaux et environnementaux à long terme offerts aux Canadiens par le secteur forestier.

Forêts Canada est une organisation décentralisée: six régions, deux instituts de recherche nationaux ainsi que sept sous-bureaux régionaux sont répartis dans tout le Canada. L'administration centrale est établie dans la région de la Capitale nationale, à Hull (Québec).

Pour remplir son mandat, Forêts Canada assume les tâches suivantes:

- il administre les accords de développement forestier conclus avec les provinces
- il entreprend et appuie la recherche, la mise au point et le transfert technologique dans le domaine de la gestion et de l'utilisation des forêts
- il rassemble, analyse et diffuse de l'information sur les ressources forestières nationales et internationales et les domaines connexes
- il fait des relevés des maladies et des insectes ravageurs des forêts canadiennes
- il fournit de l'information, des analyses et des conseils (quant aux politiques) concernant l'économie, l'industrie, les marchés et le commerce reliés au secteur forestier
- il favorise les occasions d'emploi et de formation universitaire et technique dans le secteur forestier
- il encourage les Canadiens à prendre conscience de tous les aspects du secteur forestier.

Forêts Canada entretient des rapports sur une base régulière avec les gouvernements provinciaux et territoriaux, l'industrie, le monde du travail, les universités, les environnementalistes et le public par l'entremise d'organismes comme le Conseil canadien des ministres des Forêts, le Conseil consultatif du secteur forestier, le Conseil consultatif de la recherche forestière du Canada, le Comité de l'Inventaire des forêts du Canada, le Comité canadien de la gestion des incendies de forêt, le Centre interservices des feux de forêt du Canada et des comités consultatifs régionaux. Forêts Canada joue également un rôle actif dans des organismes internationaux de foresterie comme l'Union internationale des instituts de recherches forestières et l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture, de même qu'au sein de délégations de nature technique ou commerciale.

Imprimé sur du papier recyclé

Rapport annuel 1990 sur le Dispositif national d'alerte rapide pour les pluies acides (DNARPA)

Compilation par

J. Peter Hall

Direction générale des sciences et du développement durable

avec la contribution de

A. Raske, Région de Terre-Neuve et du Labrador

L. Magasi, Région des Maritimes

D. Lachance, Région du Québec

S. D'Eon et J. Racz, Institut forestier national de Petawawa

A. Hopkin, Région de l'Ontario

H. Cerezke, Région du Nord-Ouest

A. Van Sickle, Région du Pacifique et du Yukon

Rapport d'information ST-X-1

Publié par

Forêts Canada
Direction générale des sciences et du développement durable
Ottawa, 1991

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1991
Numéro de catalogue Fo29-33/1-1991
ISBN 0-662-58679-4
ISSN 0705-324X

Des exemplaires de cette publication sont disponibles gratuitement auprès de:

Forêts Canada
Centre d'information
Ottawa (Ontario)
K1A 1G5

Téléphone : (819) 997-1107
Télécopieur : (819) 953-7048

Des microfiches ou copies de cette publication sont en vente chez:

Micromédia Ltée
165, rue Hôtel-de-Ville
Hull (Québec)
J8X 3X2

Données de catalogage avant publication (Canada)

Canada. Forêts Canada. Direction générale des sciences
et du développement durable

Rapport annuel .. sur le Dispositif national d'alerte
rapide pour les pluies acides (DNARPA)

1990-
Annuel
(Rapport d'information ; ST-X-1)
Texte en anglais et en français disposé tête-bêche.
Titre de la p. de t. addit. : ARNEWS annual report.
ISSN 1188-2891 = ARNEWS annual report
N° de cat. MAS Fo29-33/1-

1. Forêts — Conservation — Canada. 2. Pluies
acides — Canada. 3. Air — Pollution — Canada
I. Titre. II. Titre : ARNEWS annual report.
III. Coll.: Rapport d'information (Canada. Forêts
Canada) ; ST-X-1.

SD414.C32C3 1991 634.9'619'0971 C92-099522-5F

Table des matières

Remerciements 1

Résumé 1

Introduction 1

Rôle du DNARPA 2

Méthodes 2

Discussion 3

Bilan de santé des forêts du Canada 4

Le bilan, essence par essence 4

Remerciements

Beaucoup de personnes ont contribué à la conception du DNARPA, à sa mise en place, aux mesures, aux analyses et aux rapports. Sans leur concours, le présent rapport n'aurait pas pu voir le jour. Nos remerciements s'adressent au personnel du Relevé des insectes et des maladies des arbres (RIMA) affecté au laboratoire et au terrain; à Ben Moody, coordonnateur du RIMA, et à Paul Addison, ex-coordonnateur à la Pollution atmosphérique, qui ont porté le flambeau pendant de nombreuses années; à Ed Kondo, qui a contribué à la naissance du programme et aux scientifiques et aux gestionnaires du programme Pollution atmosphérique qui ont participé à sa planification.

Les auteurs soulignent particulièrement le travail effectué à l'Institut forestier national de Petawawa par S. D'Eon et J. Racz, qui ont mis au point les méthodes d'analyse, vérifié les données et construit les tableaux et les graphiques, sans oublier Kim Yourth, qui a introduit toutes les données dans la banque nationale de données.

Résumé

Le Dispositif national d'alerte rapide pour les pluies acides (DNARPA) a été mis en place par Forêts Canada, au début de 1984, sous le coup des préoccupations au sujet de la dégradation possible de l'état des forêts par la pollution atmosphérique. Il vise à déceler les signes avant-coureurs des dommages dus aux pluies acides dans les forêts du Canada. Il permet d'évaluer l'état de santé de la forêt au moyen d'un ensemble commun de paramètres mesurés sur des parcelles permanentes établies par le Relevé des insectes et des maladies des arbres (RIMA) de Forêts Canada. Le rôle du RIMA à l'égard du DNARPA est d'identifier les dégâts qui ne sont pas imputables à d'autres facteurs tels que les insectes, les maladies, les incendies, les conditions météorologiques, etc. Les dommages décelés par le RIMA qui ne trouvent pas d'explication facile deviennent l'objet d'un projet de recherche pour en identifier les causes possibles.

Le présent rapport décrit l'état de santé de 16 conifères et de 9 feuillus largement distribués sur l'ensemble du Canada et qui représentent la plus grande partie des forêts du pays. Selon les résultats de la surveillance exercée jusqu'à ce jour, l'état de santé de nos forêts ne semble pas décliner à une grande échelle. Des recherches ont été menées sur les symptômes classiques de la pollution atmosphérique, mais peu de preuves de l'effet de la pollution n'ont été trouvées. En outre, cette évaluation de l'état de santé des forêts du Canada montre que la mortalité se situe dans l'intervalle normal de 1 à 2 % et qu'elle est attribuable à des causes traumatisantes découlant de la concurrence végétale, de la sécheresse et des tempêtes de vent. Dans les quelques cas où ces taux sont dépassés, les causes de mortalité sont bien visibles.

Introduction

Au Canada, les forêts couvrent environ 453 millions d'hectares, soit la moitié de la superficie émergée du pays. Premier exportateur canadien, l'industrie forestière a contribué, en 1990, à l'économie nationale pour une valeur de 19,5 milliards de dollars. Les préoccupations suscitées par le recul éventuel des forêts européennes à cause de la pollution atmosphérique ainsi que par la dégradation de l'état de santé des arbres en Ontario et au Québec ont mené à la création du Dispositif national d'alerte rapide pour les pluies acides (DNARPA) au début de 1984. Le Service canadien des forêts, maintenant Forêts Canada, a créé ce réseau national de surveillance pour déceler, de façon claire et fidèle, les signes avant-coureurs de dégâts causés aux forêts du Canada par les pluies acides. Il s'agissait de permettre aux décideurs et aux aménagistes de réagir pour stopper la généralisation de ces dommages.

Dans le contexte du DNARPA, l'expression « pluies acides » désigne toutes les formes de pollution atmosphérique — le dépôt humide et sec de SO_4 et de NO_3, les polluants gazeux et les particules atmosphériques. Malgré la concentration relativement faible de polluants et l'absence d'effets observés, beaucoup de biologistes spécialistes de la pollution atmosphérique croyaient que l'accroissement des forêts pouvait être ralenti par l'intensité actuelle de la pollution.

Les forêts du Canada sont surtout constituées de feuillus, dans le sud de l'Ontario et du Québec, de peuplements mixtes, dans le centre et dans l'est du Canada, ainsi que de résineux, en Colombie-Britannique et dans la région boréale. Les forêts de feuillus et les forêts mélangées à proximité des régions peuplées sont exposées aux concentrations maximales de polluants atmosphériques. Comptant parmi les plus productives du pays, elles sont d'une valeur économique élevée, elles sont les plus utilisées pour les loisirs en plein air et elles tirent leur importance de leur grande diversité biologique et de leurs nombreuses utilisations intégrées (multiples) : boisés de fermes, acériculture, tourisme, habitats fauniques, forêts d'agrément, entre autres.

La santé des forêts et la pollution atmosphérique sont une question qu'alimentent les préoccupations du public. Premier d'une série sur l'état des forêts du Canada, le présent rapport annuel se fonde sur les résultats de mesures effectuées sur les parcelles du DNARPA, entre 1984 et 1990.

Rôle du DNARPA

Le DNARPA permet de dresser le bilan de santé de la forêt au moyen d'un ensemble commun de paramètres mesurés sur des parcelles permanentes créées par le RIMA. Grâce à un personnel de techniciens de terrain expérimentés, le RIMA a assuré, au cours des 50 dernières années, la surveillance annuelle des 220 millions d'hectares de forêts productives du Canada. À l'égard du DNARPA, le RIMA a pour rôle d'identifier les dommages qui ne sont pas causés par les autres facteurs que sont les insectes, les maladies, les incendies, les conditions météorologiques, etc. Les dommages décelés par le RIMA qui ne trouvent pas d'explication facile deviennent l'objet d'un projet de recherche de leurs causes possibles.

Les objectifs du DNARPA sont les suivants :

- déceler les dommages survenant aux arbres et aux sols forestiers qui peuvent avoir été causés par les pluies acides, en isolant les causes naturelles ou les pratiques d'aménagement; et
- surveiller, à long terme, les changements qui surviennent dans la végétation et les sols et qui sont attribuables aux dépôts acides et à d'autres polluants dans les écosystèmes forestiers représentatifs.

Des parcelles ont été établies afin de représenter le plus possible les régions qu'on sait exposées aux dépôts acides de même que les essences et les types forestiers d'importance commerciale. Dans le choix de leur emplacement, la priorité est allée aux différences de vulnérabilité des sols aux transformations éventuellement provoquées par les pluies acides. Afin d'assurer une surveillance durable, le choix s'est arrêté aux peuplements ni jeunes ni âgés, rendus au milieu de leur évolution, dans les forêts naturelles de composition convenable. Exposés aux conditions forestières pendant au moins les 30 dernières années, ces arbres ne devraient pas être touchés durant les 25 prochaines. Ils devraient donc réfléter une image fidèle des changements qui surviendront dans leur environnement.

Ce rapport décrit l'état des arbres représentés par au moins 10 sujets dans chaque région. Ce seuil impose certaines contraintes au document, qui se veut un compte rendu national et complet de l'état de santé des forêts du Canada. Le DNARPA est conçu pour évaluer tous les types de forêts, bien que, pour le moment, des essences peu répandues sur de vastes régions, mais très visibles et intéressant beaucoup le public, comme le chêne, l'orme, le caryer ou le noyer, soient peu représentées. Parmi les autres types de forêts encore peu représentées, citons les feuillus du Nord et plusieurs unités écologiques et régions géographiques de la Colombie-Britannique. Le DNARPA sera élargi à tous ces types de forêts, et il permettra la surveillance du plus grand nombre possible d'essences canadiennes.

Méthodes

Le DNARPA comprend 103 parcelles permanentes dans les 10 provinces. Ces parcelles mesurent 40 mètres sur 10. Les paramètres suivants sont mesurés annuellement et à tous les cinq ans :

A. Évaluations à l'année zéro, puis à tous les cinq ans
   1. Accroissement radial
   2. Accroissement vertical
   3. Structure et densité de la cime
   4. Prélèvement d'échantillons de feuillage en vue de l'analyse des éléments nutritifs
   5. Prélèvement d'échantillons de sol en vue de l'analyse chimique

B. Évaluations à l'année zéro, puis à tous les ans
   1. Mortalité des arbres dans le peuplement
   2. État des arbres
   3. Symptômes imputables aux pluies acides

C. Évaluations à l'année zéro et plusieurs fois au cours de la saison de végétation
   1. Symptômes imputables aux pluies acides
   2. Insectes et maladies
   3. Production de graines

Les évaluations sont effectuées sur des arbres des parcelles; les prélèvements et les mesures détaillées (qui exigent des échantillons de branches prélevés à la main) sont effectués à l'extérieur des parcelles. Ainsi, la forêt à l'intérieur de ces dernières n'est pas dérangée. Tous les arbres sont évalués annuellement, et les causes de mortalité, le cas échéant, sont recherchées.

Les essences sont diversement vulnérables aux traumatismes : certaines sont plus tolérantes aux parasites que les autres ou sont naturellement attaquées par un petit nombre d'insectes ou de maladies, tandis que d'autres semblent les attirer. Les érables observés semblent peu affectés par le déclin, tandis que les épinettes semblent mieux résister à de nombreux traumatismes.

Évalué chez les conifères comme les feuillus, l'état de santé de la cime est mesuré selon le pourcentage du feuillage manquant, quelle qu'en soit la raison, par rapport au feuillage normal de l'arbre. Il est normal que la quantité d'aiguilles sur les vieilles ramilles diminue; la défoliation est donc évaluée par rapport au feuillage d'un arbre normal. La durée normale des aiguilles est de sept ans chez l'épinette et de quatre ans chez le pin. L'évaluation du pourcentage d'aiguilles manquantes par classes d'âge sert à déterminer la défoliation totale. Des renseignements précis sur la nature des organismes défoliateurs ainsi que sur l'intensité des dégâts sont obtenus pour tous les insectes et les maladies. De nombreuses observations sont faites durant la saison sur le terrain, quand cela est possible, pour les faire coïncider avec certains stades du cycle biologique des différents groupes d'organismes.

Les codes utilisés pour décrire l'état des conifères sont les suivants :

01 = Arbre sain, non défolié
02 = Arbre sain, n'ayant perdu que des feuilles de l'année
03 = Arbre dont des feuilles de l'année et certaines feuilles plus anciennes ont été ravagées, mais dont, dans l'ensemble, la défoliation est inférieure à 25 %
04 = Défoliation totale de 26 à 50 %
05 = Défoliation totale de 51 à 75 %
06 = Défoliation totale de 76 à 90 %
07 = Plus de 90 % de défoliation totale

Les codes utilisés pour décrire l'état des feuillus sont les suivants :

01 = Arbre sain, normal
02 = Feuillage clairsemé, à la couleur altérée, notamment dans le haut de la cime, mais pas de ramilles ni de branches dénudées
03 = Arbre comportant des ramilles mortes mais pas de branches mortes. Les ramilles mortes se trouvent à l'extrémité des branches, habituellement dans le haut de la cime à environ 0,5 à 1,0 mètre de la périphérie de cette dernière; dans cette catégorie et les catégories ci-dessous, le feuillage est habituellement affaibli mais pas nécessairement
04 = Présence de branches mortes dans jusqu'à 25 % de la cime
05 = Présence de branches mortes dans jusqu'à 50 % de la cime
06 = Plus de 50 % de la cime est morte, mais des branches vivantes persistent
07 = Plus de la moitié de la cime est morte. Aucune branche vivante sauf de petites branches adventives, habituellement à la base de la cime ou sur la tige

Les problèmes possibles de pollution atmosphérique sont décelés, évalués et comparés aux symptômes connus de la phytotoxicité des émissions sur la végétation. Dans la nature, les symptômes se manifestent généralement après exposition aux émissions totales provenant d'une source plutôt que d'un polluant en particulier. Le personnel du DNARPA s'est efforcé de fonder les diagnostics et d'évaluer les répercussions de la toxicité des polluants atmosphériques sur la végétation forestière à partir des symptômes visibles. Les symptômes de la toxicité attribuable aux polluants atmosphériques ne sont pas particulièrement spécifiques et peuvent être confondus avec ceux de traumatismes étrangers à la pollution tels que les conditions climatiques anormales, les carences en éléments nutritifs et les effets des insectes et des maladies. Dans leur évaluation de l'état de santé des arbres, les techniciens de terrain expérimentés du RIMA tentent de distinguer ces symptômes.

Discussion

Toutes les parcelles du DNARPA sont situées dans des forêts dont la régénération s'effectue naturellement, où la densité des tiges est forte au cours des quelques premières années après l'établissement. Dans l'ordre de succession et de croissance des peuplements, la densité diminue graduellement : à maturité, il ne reste qu'un petit pourcentage des arbres d'origine. La plus grande partie de la concurrence s'effectue entre arbres de la même essence, et il est normal que de nombreux arbres meurent au cours de la durée d'existence du peuplement. Les parcelles du DNARPA sont situées dans des peuplements qui ont franchi la moitié de leur existence naturelle et où la mortalité naturelle s'établit en moyenne à 1 à 2 % par année.

Beaucoup de facteurs influent sur la santé des arbres et sur leur survie; par exemple sécheresse, gel, insectes, maladies, incendies, chablis et animaux. Les mécanismes de mortalité près des sources ponctuelles de pollution atmosphérique sont bien connus. Afin d'évaluer les effets indirects de la pollution atmosphérique, des emplacements à l'écart de ces sources ont donc été choisis pour les parcelles. La principale hypothèse formulée à l'égard du déclin des forêts est que les arbres subissent les coups des traumatismes, qui accroissent leur vulnérabilité aux insectes et aux maladies. Il est difficile de cerner la cause de la mortalité des arbres de forêts en déclin,

car cette mortalité provient souvent de l'interaction de nombreuses causes biotiques ou abiotiques qui provoquent une détérioration générale de l'état de l'arbre menant ce dernier à sa mort.

Ces traumatismes sont constants et font partie de la nature. Ils varient dans l'espace et dans le temps. Chaque arbre et chaque forêt réagissent en les tolérant et en se rétablissant ou en subissant un déclin et en succombant. Les traumatismes naturels (par exemple feux de friches, tempêtes de vent, sécheresse) et anthropiques (par exemple, pollution atmosphérique, coupe) influent sur les écosystèmes forestiers. Dans la plupart des cas, ces écosystèmes reviennent à un état qui ressemble aux conditions d'origine. Toutefois, au cours de la période de stress, la production ligneuse baisse, et la vulnérabilité à d'autres agents augmente. Un écosystème qui est traumatisé au-delà de son seuil de résilience restera marqué ou il pourra décliner puis se dégrader complètement.

Les essences suivantes ont été évaluées pour le rapport de 1990 :

- **Conifères** (16 essences) — Pin blanc, pin rouge, pin gris, pin tordu, mélèze laricin, épinette blanche, épinette d'Engelmann, épinette de Sitka, épinette rouge, épinette noire, pruche occidentale, douglas taxifolié, sapin baumier, sapin subalpin, sapin gracieux, thuya occidental.
- **Feuillus** (9 essences) — Peuplier faux-tremble, bouleau jaune, bouleau à papier, aulne rouge, hêtre à grandes feuilles, chêne rouge, cerisier tardif, érable à sucre, érable rouge.

Pour le rapport de 1990, la mortalité et l'état de la cime (c'est-à-dire son apparence, les dégâts survenus au feuillage, la durée de conservation du feuillage) sont décrits. Les 16 conifères et 9 feuillus représentatent bien les principales essences canadiennes et constituent la majorité des arbres des forêts du Canada.

Bilan de santé des forêts du Canada

Rien ne semble montrer que l'état de santé des forêts du Canada soit à la baisse sur une grande échelle. Les travaux d'évaluation menés sur les parcelles du DNARPA ont portés en particulier sur les symptômes classiques de la pollution atmosphérique. Sauf les dégâts subis par le bouleau du sud du Nouveau-Brunswick, il existe peu de signes de l'influence de la pollution. Bien sûr, il est possible que des arbres aient été affaiblis ou traumatisés par des facteurs externes tels que la pollution atmosphérique. Cependant, ce traumatisme n'était pas évident. Certains arbres ont certainement été touchés par les anomalies climatiques telles que la sécheresse et les tempêtes de vent.

Le bilan de santé de nos forêts montre que la mortalité s'est généralement cantonnée dans l'intervalle normal de 1 à 2 % et qu'elle a été attribuable à la concurrence végétale, à la sécheresse et aux tempêtes de vent. Les quelques cas de dépassement du taux précité ont des causes indiquées, par exemple la tordeuse des bourgeons de l'épinette chez le sapin baumier des Maritimes. D'autres causes de mortalité ont été les insectes et les maladies qui font normalement partie de l'écosystème forestier. Les cas particuliers qui ont été relevés sont les suivants :

- sécheresse et chablis en Ontario et mortalité consécutive chez des conifères et des feuillus;
- arbres affaiblis par la pourriture et autres arbres affaiblis secondairement envahis par le pourridié-agaric (*Armillaria* spp.) (et d'autres organismes parasites secondaires) ou rendus vulnérables aux dégâts attribuables à des animaux et à des causes abiotiques;
- défoliation de la plupart des essences dans toutes les régions par les insectes, la principale défoliation touchant les conifères des Maritimes.

Beaucoup d'insectes et de maladies agissent de façon continue sur la forêt. Des descriptions plus complètes de ces agents et de leurs effets sont publiées dans les rapports nationaux et régionaux annuels de Forêts Canada.

Ce document est le premier d'une série de rapports annuels décrivant l'état de santé des forêts canadiennes et les dommages qui y ont été observés.

Le bilan, essence par essence

Pin blanc (*Pinus strobus* L.)

Les données proviennent des Maritimes, du Québec et de l'Ontario. Observée chez les arbres dominés et les arbres attaqués par le porc-épic d'Amérique (*Erethizon dorsatus*), le pourridié-agaric et le nodulier du pin gris (*Petrova albicapitana* [Bsk.]) chez les arbres affaiblis, la mortalité a été d'au plus 1 % dans les trois régions, sauf en Ontario, en 1990, où la rouille vésiculeuse du pin blanc (*Cronartium ribicola* J.C. Fisch.) l'a haussée à 7,4 %. En général, les cimes étaient en bon état, même si des dégâts attribuables au puceron des aiguilles du pin (*Pineus pinifoliae* [Fitch.]) et des mouchetures (probablement causées par l'ozone) ont été signalés sur les jeunes aiguilles dans les Maritimes. En Ontario et dans les Maritimes, la conservation des aiguilles était répandue, mais elle l'était moins au Québec pour des raisons inconnues.

Pin rouge (*P. resinosa* Ait.)

Les données n'ont été collectées que dans la région du Québec où, de 1985 à 1990, la mortalité a été nulle. Toutefois l'état des arbres est graduellement passé de la catégorie 3 à 4 (figure 1). Les dégâts dus aux insectes et aux maladies en 1990 ont été évalués à l'état de traces.

Pin gris (*P. banksiana* Lamb.)

Les données proviennent des Maritimes, du Québec et de l'Ontario. Le taux moyen de mortalité a été de 2 % dans les Maritimes et d'environ 4 à 5 % au Québec et en Ontario. Les arbres touchés étaient des dominés et des retardataires. À l'automne 1989, une tempête a transformé toute une parcelle (nº 311) du Québec en chablis; la parcelle a été retirée du réseau. Sur une parcelle, les arbres, qui étaient surtout de catégorie 3 (77 %) en 1986, sont graduellement passés à la catégorie 4 (55 %) avant 1990. La figure 2 montre l'évolution de l'état des arbres entre ces deux années dans une parcelle du Québec. Cette évolution est attribuable à la chute prématurée des aiguilles sur les pousses de deux ans et plus.

Dans toute l'aire du pin gris, beaucoup d'arbres ont subi des dégâts attribuables à plusieurs insectes ou maladies (tétranyques, perceurs des feuilles terminales, organismes cécidogènes, nodulier du pin gris, tordeuse du pin gris *(Choristoneura pinus pinus* Free.) et la rouille des aiguilles (*Coleosporium asterum* [Diet] Syd. ou *C. viburni* Arth.) Tous ces agents ont contribué à l'altération de la couleur ou à la destruction du feuillage. L'état des cimes a évolué au cours des cinq années, en s'améliorant dans certaines parcelles et en se dégradant dans d'autres (figure 2). Le vent a endommagé des arbres. La mortalité et les dégâts ont tous été imputés aux insectes, aux maladies et aux facteurs abiotiques ordinaires des écosystèmes forestiers.

Pin tordu (*P. contorta* Dougl.)

Les données proviennent uniquement de la région du Pacifique et du Yukon, où se trouve la plus grande partie de l'aire naturelle de répartition. En vraiment bon état, les arbres ont conservé presque toutes leurs aiguilles pendant les trois à quatre dernières années et les ont perdues de la façon normale et graduelle, en fonction de l'âge.

Mélèze laricin (*Larix laricina* [Du Roi] K. Koch)

Les données ne sont parvenues que des Maritimes. Un seul arbre est mort, conséquence d'une infection multiple par le chancre du mélèze d'Europe (*Lachnellula willkommii* [Hartig] Dennis). Tous les mélèzes de la parcelle ont montré des signes de dégradation lente mais progressive. L'essence est touchée par le chancre précité, maladie qui tue les ramilles et les branches. Ont également été observés des dégâts causés par une infestation du feuillage par le porte-case du mélèze (*Coleophora laricella* [Hbn.]).

Épinette blanche (*Picea glauca* [Moench] Voss)

Les données proviennent de toutes les régions. La mortalité était dans la gamme de 1 à 2 % partout et elle a été attribuée aux agents connus qui s'attaquent aux forêts. Dans la région des Maritimes, elle a surtout été imputée à la tordeuse des bourgeons de l'épinette; dans les régions de l'Ontario et du Pacifique, le chablis en a été une cause partielle. Dans la région du Pacifique, deux arbres ont été tués par des pourridiés et un a été coupé et emporté. Le feuillage a subi les atteintes de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, tandis que les facteurs abiotiques ont causé, entre autres choses, des mouchetures aux aiguilles et une chlorose au vieux feuillage.

Épinette d'Engelmann (*P. engelmannii* Parry)

Les données ne proviennent que de la région du Pacifique. Aucune mortalité n'a été observée, tandis que la cime était saine; toutefois, dans cinq des six années écoulées depuis la création des parcelles, des tachetures sont apparues au vieux feuillage de la plupart des arbres. Le phénomène a été attribué à des mouchetures d'hiver (surtout localisées sur la face supérieure des aiguilles), et pourrait résulter de la réflexion des rayons de soleil par la neige déposée.

Épinette de Sitka (*P. sitchensis* [Bong.] Carr.)

Dans les parcelles de la Colombie-Britannique où se trouve l'essence, tous les arbres étaient en bon état et avaient tout leur feuillage vert intact.

Épinette rouge (*P. rubens* Sarg.)

Les données proviennent des Maritimes et du Québec. La mortalité a été inférieure à 1 % par année et elle a été attribuée au chablis, aux porcs-épics, aux scolytes et au pourridié-agaric. La plupart (80 % et plus) des arbres étaient dans les catégories 3 et 4, c'est-à-dire que la défoliation était d'au plus de 50 %. Ce taux a été constant dans toute la région étudiée : le pourcentage d'arbres moins fortement ravagés a constamment augmenté depuis 1987, avec le déclin des infestations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

Les dommages causés au feuillage par les insectes et les maladies n'ont que rarement dépassé l'état de traces, mais certains dégâts ont été observés sur presque toutes les parcelles au cours de la période. Des dommages dus à des facteurs biotiques ont été observés sur le vieux feuillage chlorotique de certains arbres de la région des Maritimes.

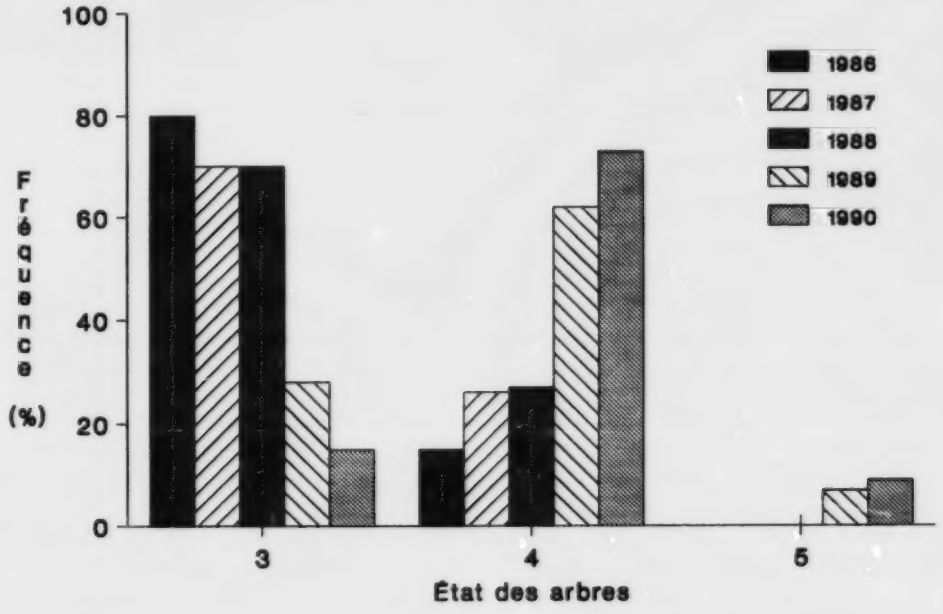


Figure 1. État de santé du pin rouge (*Pinus resinosa* Ait.) de 1986 à 1990, dans la Région du Québec (parcelle nº 324).

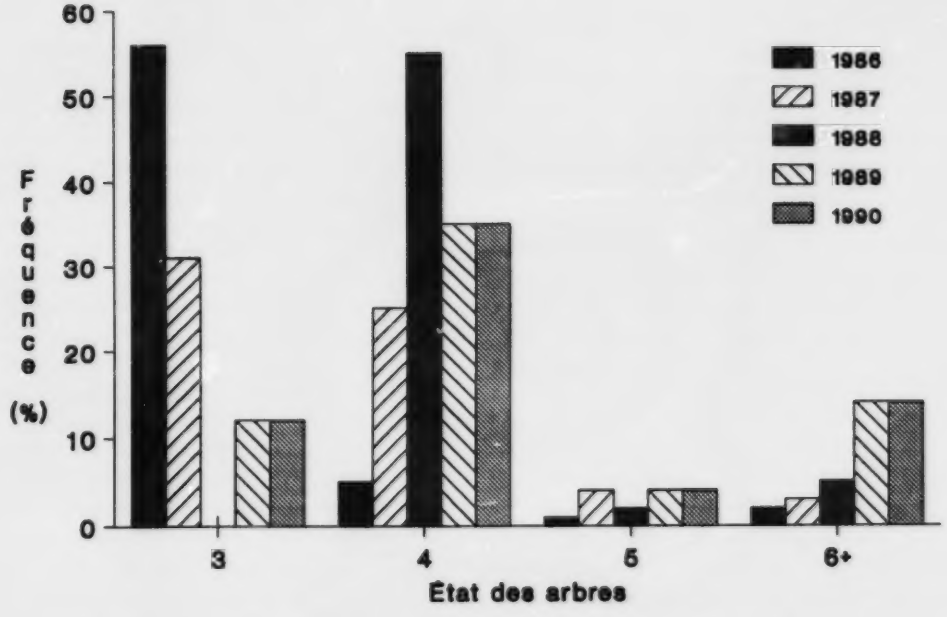


Figure 2. État de santé du pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.) de 1986 à 1990, dans la Région du Québec (parcelle nº 310).

Épinette noire (*P. mariana* [Mill.] B.S.P.)

Les données proviennent de Terre-Neuve, des Maritimes, du Québec et de l'Ontario. Située entre 1 et 2 %, la mortalité annuelle moyenne est attribuable aux scolytes de l'écorce, au chablis et elle frappe également les sujets dominés. Toutes ces causes sont des processus connus inhérents à la forêt. Au cours de la période, beaucoup d'arbres des régions des Maritimes et de Terre-Neuve avaient été ravagées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

Dans ces régions, l'état de cette essence s'est amélioré, lentement, mais graduellement, depuis la fin de l'infestation de la tordeuse. En Ontario, l'état des cimes a commencé à se dégrader en 1986, alors que 95 % des épinettes noires n'étaient pas endommagées ou que seul le feuillage de l'année était attaqué. Au cours des années ultérieures, à l'exception de 1989, le taux des arbres ainsi touchés a varié entre 58 et 60 %, tandis que les autres arbres étaient frappés par des dommages visibles sur le vieux feuillage. Toutefois, chez ces arbres, la défoliation totale était inférieure à 25 %. La figure 3 montre l'évolution de l'état de l'épinette noire dans la région de l'Ontario de 1986 à 1990. La rouille des aiguilles de l'épinette (*Chrysomyxa* sp.) s'est manifestée à l'état de traces ou à un degré peu élevé dans la même période. La tordeuse des bourgeons de l'épinette et les mineuses des aiguilles ont exercé des ravages, tandis que le vieux feuillage de quelques arbres traumatisés était chlorotique à un certain degré.

Pruche occidentale (*Tsuga heterophylla* [Raf.] Sarg.)

En Colombie-Britannique, l'état général de la pruche occidentale a été bon, puisque les arbres sains portaient tout leur feuillage et que celui-ci était vert. 15 arbres sont morts, ce qui représente un taux annuel de mortalité de 1 %; cette mortalité a été causée par des orages (bris des tiges) et par le chablis. Dans certaines situations précises où une partie du feuillage (habituellement le vieux feuillage) était chlorotique ou, encore, manquait, des maladies ou des insectes connus en étaient la cause.

Le feuillage de près de la moitié des pruches du sous-étage de six parcelles a été légèrement chlorotique au cours des quatre dernières années. Le phénomène a été attribué à l'ombrage ainsi qu'à la concurrence dans les peuplements où le couvert est fermé.

Douglas taxifolié (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco)

L'évaluation de l'essence a été faite dans la région du Pacifique et du Yukon, qui couvre la plus grande partie de l'aire naturelle de cet arbre. Des signes de mortalité ont été observés dans 6 des 15 parcelles, depuis leur création, et le taux annuel moyen est inférieur à 2 %. Abstraction faite des arbres dominés du sous-étage dont le diamètre à hauteur de poitrine est inférieur à 10 cm, ce taux descend à moins de 0,5 %. La cause la plus fréquente de mortalité (32 des 40 arbres) est le manque d'ensoleillement. Les autres ont été tués par les tempêtes, le chablis ou les pourridiés.

En général, les arbres étaient sains, et leur feuillage était normal. Dans une parcelle (près de Penticton), le douglas avait été ravagé par la tordeuse occidentale de l'épinette (*Choristoneura occidentalis* Free.). 5 % des arbres étaient défoliés à plus de 40 %, 80 % des arbres l'étaient de 11 à 40 %, tandis que les autres l'étaient très peu. La parcelle faisait partie d'une région d'infestation active dont la superficie, depuis 1981, a couvert jusqu'à 800 000 ha. Au cours de deux des années où les arbres ont été évalués, le feuillage d'environ 8 % des douglas de deux parcelles de la région côtière était légèrement chlorotique, résultat des dégâts de deux rouges (*Rhabdocline pseudotsugae* et *Phaeocryptopus gäumannii*).

Sapin baumier (*Abies balsamea* [L.] Mill.)

Les données proviennent des régions de Terre-Neuve, des Maritimes, du Québec et de l'Ontario. Au cours de la période de surveillance, la mortalité annuelle moyenne a été inférieure à 1 % à Terre-Neuve, à 2,5 % dans les Maritimes et à environ 2 % en Ontario et au Québec. La plupart des arbres des régions où la mortalité est faible sont morts du fait de la concurrence végétale; dans les régions où la mortalité était forte, il faut incriminer la tordeuse des bourgeons de l'épinette, qui a gravement défolié les arbres. Les arbres peu vigoureux ont succombé aux attaques des scolytes de l'écorce, des insectes xylophages ou du pourridié. D'autres pertes ont frappé les arbres dominés ou retardataires. Plusieurs arbres ont également été tués par les porcs-épics.

À Terre-Neuve, la situation des arbres a guère changé, et le peu de dommages observés a été imputé à la tordeuse des bourgeons de l'épinette ainsi qu'à l'arpenteuse de la pruche (*Lambdina fiscellaria fiscellaria* [Gn.]). Dans certaines localités des Maritimes infestées par la tordeuse, la dégradation s'est faite peu à peu; ailleurs, dans les parcelles ravagées par la tordeuse, l'état des arbres s'est amélioré lentement mais graduellement. L'insecte a également ravagé le vieux feuillage d'arbres du Québec et de l'Ontario dont certaines régions avaient subi une défoliation légère à modérée à chaque année de la période d'évaluation. La figure 4 montre l'évolution de l'état des arbres au cours d'une période de cinq années au Québec, sur une parcelle qui se remet lentement de l'infestation de la tordeuse du

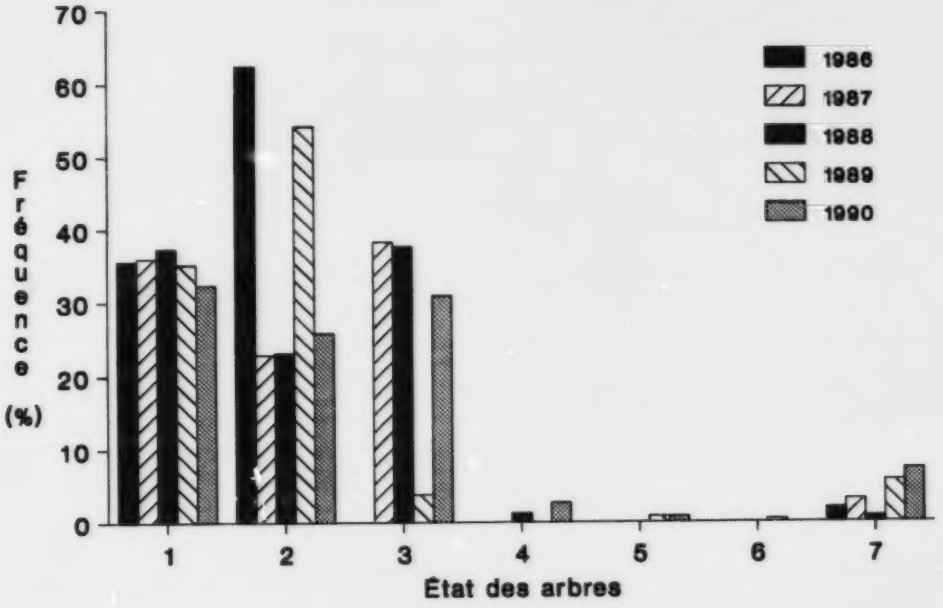


Figure 3. État de santé de l'épinette noire (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.) de 1986 à 1990, dans la Région de l'Ontario.

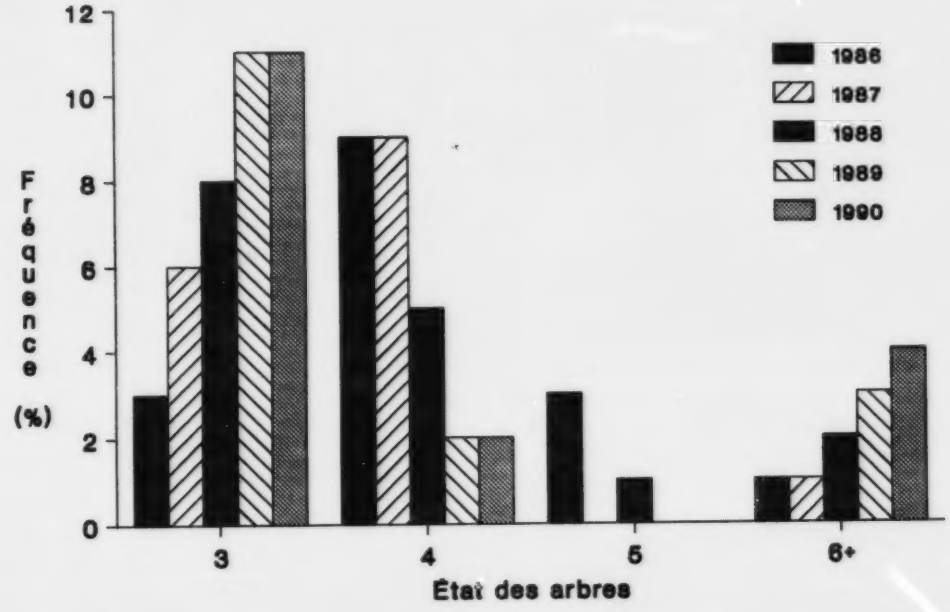


Figure 4. État de santé du sapin baumier (*Abies balsamea* [L.] Mill.) de 1986 à 1990, dans la Région du Québec (parcelle nº 321).

début des années 80. Même si le peuplement, dans son ensemble, est lentement revenu à la normale, beaucoup d'arbres gravement affaiblis sont morts.

Des dégâts d'origine abiotique, attribués à l'ombrage dans lequel se trouvent les arbres dominés, ont été observés à un degré peu élevé sur quatre parcelles de la Nouvelle-Écosse. Le vieux feuillage de quelques arbres était chlorotique, mais, dans l'ensemble, les dégâts ont toujours été inférieurs à 5 %.

Sapin subalpin (*Abies lasiocarpa* [Hook.] Nutt.)

En Colombie-Britannique, les arbres ont généralement été en bon état, et leur feuillage, vert, était complet. Le bris des tiges par des tempêtes ou les chablis ont tué quelques arbres. Dans quelques localités précises où une partie du feuillage (habituellement le vieux feuillage) était chlorotique ou avait été attaqué, œuvre des insectes ou des maladies. Quelques sapins subalpins d'une parcelle ont été frappés par au moins trois maladies des aiguilles : *Phaeocryptopus nudus*, *Phacidium abietis* et *Lirula abietis-concolor*.

Sapin gracieux (*Abies amabilis* [Dougl.] Forbes)

Dans les parcelles de la Colombie-Britannique, ce sapin était en apparence en bon état, et son feuillage, vert, était complet. Les parcelles se sont constamment classées dans la catégorie 1, tous les arbres étant sains et non défoliés. La mortalité était de 3 %, sous l'effet du bris des tiges par les tempêtes, du chablis ou du scolyte de l'écorce *Pseudohylesinus* sp.

Thuya occidental (*Thuja plicata* Donn)

En Colombie-Britannique, cet arbre a généralement été en bon état, et son feuillage, vert, était complet. Dans quelques cas, le feuillage était chlorotique ou accusait un peu de défoliation; ces phénomènes ont été imputés à des insectes ou à des maladies connus. Le taux normal de mortalité (1 à 2 %) a été attribué au manque d'ensoleillement.

Peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides* Michx.)

Les données proviennent des régions des Maritimes et de l'Ontario uniquement. Dans les Maritimes, aucun des 15 peupliers faux-trembles n'est mort entre 1984 et 1990, tandis qu'en Ontario, sur deux parcelles, quatre arbres sont morts en 1989–1990. Il s'agissait d'arbres dominants à retardataires; les causes de la mortalité étaient la sécheresse et la carie.

L'état des arbres s'est considérablement dégradé : à partir de la catégorie 1, jusqu'à ce que, en 1990, des branches mortes apparaissent sur la plupart des arbres (figure 5). Les dommages au feuillage ont été attribués à une foule de maladies et d'insectes qui ne causent, chacun ou chacune, que des dégâts minimes. Le champignon des taches foliaires, les dommages causés par le vent et la sécheresse, en Ontario notamment, ont semblé les principaux agents s'attaquant au feuillage de 1987 à 1989.

Bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britton)

L'essence a été évaluée dans des parcelles des Maritimes et du Québec. Elle était généralement en bonne santé. Dans les Maritimes, aucun arbre n'est mort, comparativement à 2 % seulement au Québec entre 1986 et 1990, et de causes naturelles. Aucune cause distincte n'a pu être observée parce que les parcelles comptaient peu d'arbres, mais une défoliation légère imputable aux insectes était évidente.

Bouleau à papier (*B. papyrifera* Marsh.)

Les données proviennent des Maritimes, du Québec, de l'Ontario ainsi que de la région du Pacifique et du Yukon. C'est la seule essence feuillue pour laquelle existe un aperçu national de son bilan de santé.

Au Nouveau-Brunswick, entre 1983 et 1990, le taux de mortalité s'est élevé à 10,1 %, soit 1,3 % par année. Cette moyenne a été de 0,5 % au Québec et de 2,2 % en Ontario. La figure 6 montre l'évolution de l'état des cimes dans la région de l'Ontario de 1986 à 1990. Même si, d'une parcelle à l'autre, l'état des arbres variait, une dégradation générale a été observée en 1989 et 1990. Au Nouveau-Brunswick, un arbre a été brisé par la chute d'un autre. L'état général des arbres dans la plus grande partie des Maritimes a été bon, les changements étant peu marqués ou nuls. À peine plus de 20 % des arbres affichaient un dépérissement limité des branches; les autres étaient soit sains, soit affectés d'un petit nombre de ramilles mortes. Encore une fois, la plus grande partie de la mortalité du bouleau à papier a frappé les sujets dominés.

La mortalité observée dans les parcelles situées le long de la baie de Fundy, dans le sud du Nouveau-Brunswick, a été attribuée aux attaques de divers insectes xylophages ainsi que du pourridié-agaric entre 1986 et 1989. Ces arbres avaient été prédisposés à ce sort par le brunissement estival prononcé du feuillage, la chute des feuilles due à leur vieillissement prématuré, l'apparence frisée du feuillage et l'altération de la couleur du pourtour des feuilles qui avaient été observés pendant plusieurs années. Ces effets ont été particulièrement intenses de 1979 à 1986. L'état a été décrit dans le détail dans une autre publication, et les travaux de recherche que Forêts Canada a entrepris en réaction aux rapports du RIMA l'ont imputé au brouillard acide et à l'ozone. Un brunissement grave et modéré des

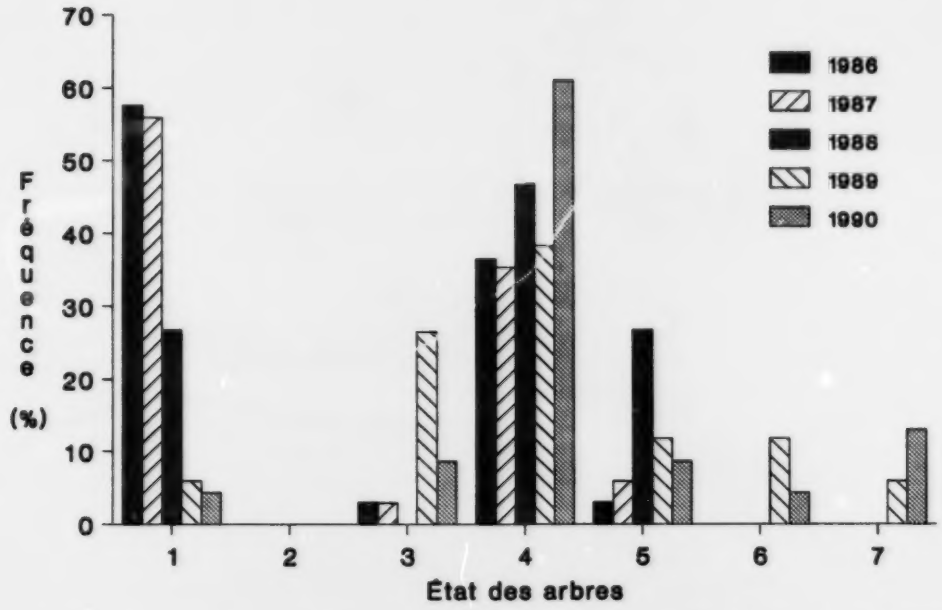


Figure 5. État de santé du peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides* Michx.) de 1986 à 1990, dans la Région de l'Ontario.

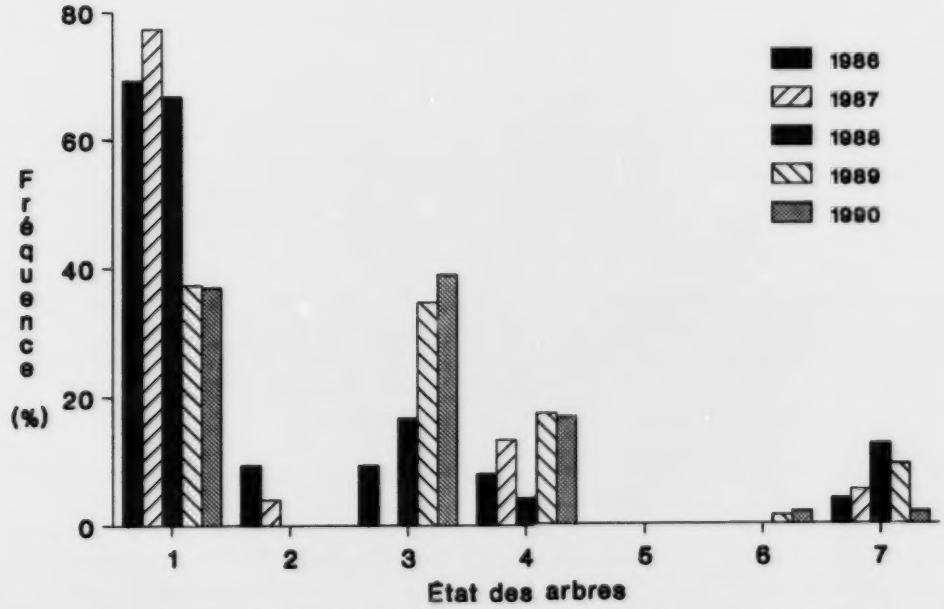


Figure 6. État de santé du bouleau à papier (*Betula papyrifera* Marsh.) de 1986 à 1990, dans la Région de l'Ontario.

feuilles est survenu pour la dernière fois en 1986. La dégradation de l'état des arbres s'est poursuivie jusqu'en 1988, mais, en 1989, la situation a commencé à s'améliorer (tableau 1).

Le feuillage du bouleau à papier a été endommagé sur toute l'aire de répartition de l'essence et, sauf pour les bouleaux de la baie de Fundy, la défoliation a été légère. Les dommages subis par les arbres étaient causés par divers insectes, y compris l'agrile du bouleau (*Agrilus anxius* Gory), et par de nombreuses pourritures. En Ontario, la sécheresse a contribué à la baisse de l'état de santé des arbres de 1987 à 1990. En Colombie-Britannique, l'état général des cimes était normal, les arbres possédant tout leur feuillage, qui était vert, sauf en 1988, lorsqu'on a observé une légère moucheture du feuillage et une nécrose sur la bordure des feuilles. Cet état est un symptôme d'attaque par l'ozone.

Aulne rouge (*Alnus rubra* Bong.)

En Colombie-Britannique, l'état général de cet arbre est bon, tous les sujets portant tout leur feuillage, qui est vert. Une tache des feuilles (*Septoria alni* Sacc.) était répandue chez l'aulne de plusieurs régions côtières, chez qui elle a causé une sénescence prématurée observable qui n'a pas diminué l'état de santé des arbres.

Hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia* Ehrh.)

Les données ne concernent que le Québec, où 28 arbres ont été surveillés. De 1986 à 1990, aucune mortalité n'a été observée, et les arbres étaient en général en bon état.

Chêne rouge (*Quercus rubra* L.)

Il existe des données sur le Québec et l'Ontario. En Ontario, un arbre codominant, qui présentait des signes prématurés de pourriture, est mort en 1990. Aucun chêne n'est mort au Québec, mais l'état des cimes, sur la parcelle nº 312, s'est considérablement dégradé de 1988 à 1990 (figure 7). L'état moyen des cimes s'est dégradé, apparemment sous l'effet des dégâts causés par les insectes et les maladies. En Ontario, l'état des cimes a été déplorable de 1986 à 1990, des branches mortes étant visibles, à divers degrés, dans tous les arbres; en 1989–1990, la situation s'est quelque peu améliorée (figure 8). La sécheresse qui a régné de 1987 à 1989 y a été pour quelque chose. Au cours de toutes les années, une défoliation légère causée par plusieurs espèces d'insectes a pu être observée.

Cerisier tardif (*Prunus serotina* Ehrh.)

Le cerisier tardif n'a été surveillé qu'au Québec (14 arbres) et s'est révélé généralement en bon état. La mortalité annuelle moyenne a été de 3 % de 1986 à 1990. En 1990, 64 % des arbres étaient dans la catégorie 4, la mortalité des branches étant inférieure à 25 %.

Érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.)

Les données proviennent des Maritimes, du Québec et de l'Ontario. Un taux de mortalité nul a été observé dans la région des Maritimes, mais il a été de 1 % par année au Québec et a même atteint 3 % en Ontario. La mortalité a été attribuée à des causes naturelles, puisqu'elle a touché surtout des arbres dominés ou retardataires. Un arbre mort était pourri, probablement du fait de dégâts physiques antérieurs. Beaucoup d'arbres ont également été traumatisés par la sécheresse qui a régné de 1987 à 1989.

Presque tous les érables à sucre étaient dans les catégories 3 et 4, et, au cours de toutes les années, la mortalité des branches a été inférieure à 25 %. L'état général des cimes des érables de l'Ontario s'est dégradé de 1986 à 1990, le pourcentage d'arbres sains passant de 63 à 30 % de 1986 à 1990. Toutefois, la plupart des arbres ainsi touchés étaient affligés d'un taux de dépérissement total inférieur à 5 %. Le

Tableau 1. Situation du bouleau à papier le long de la baie de Fundy, au Nouveau-Brunswick, de 1982 à 1990 (évaluation de 11 parcelles, 50 arbres par parcelle)

État des arbres	Pourcentage d'arbres dans chaque catégorie								
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Aucun dépérissement	92,9	83,7	64,0	45,3	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Dépérissement des ramilles seulement	1,5	8,6	24,9	34,9	47,3	42,6	38,0	43,0	47,0
Dépérissement des ramilles et des branches	4,7	6,0	7,8	14,4	31,3	49,8	54,0	47,0	42,0
Mortalité	0,9	1,7	3,3	5,4	6,9	7,6	8,0	10,0	11,0

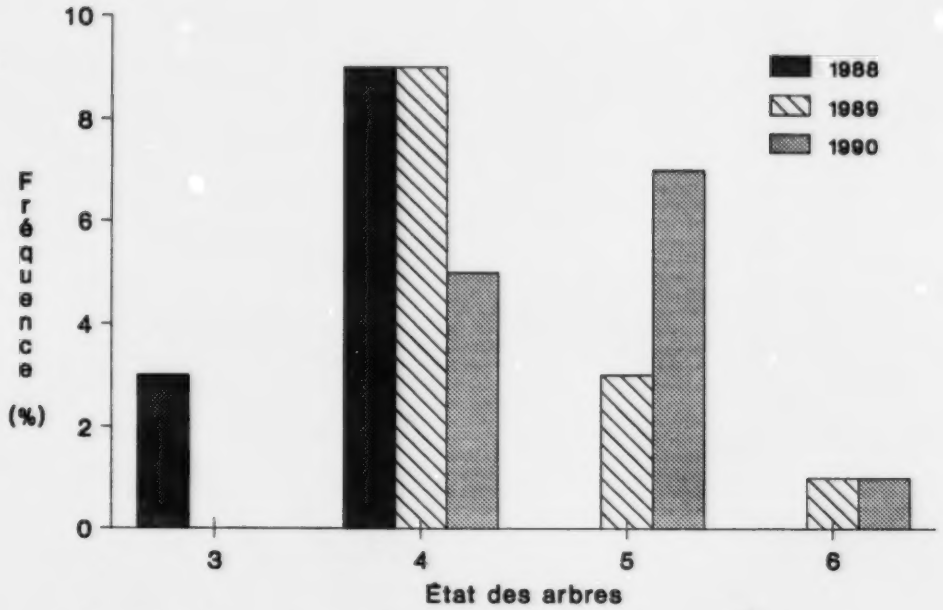


Figure 7. État de santé du chêne rouge (*Quercus rubra* L.) de 1988 à 1990, dans la Région du Québec (parcelle nº 312).

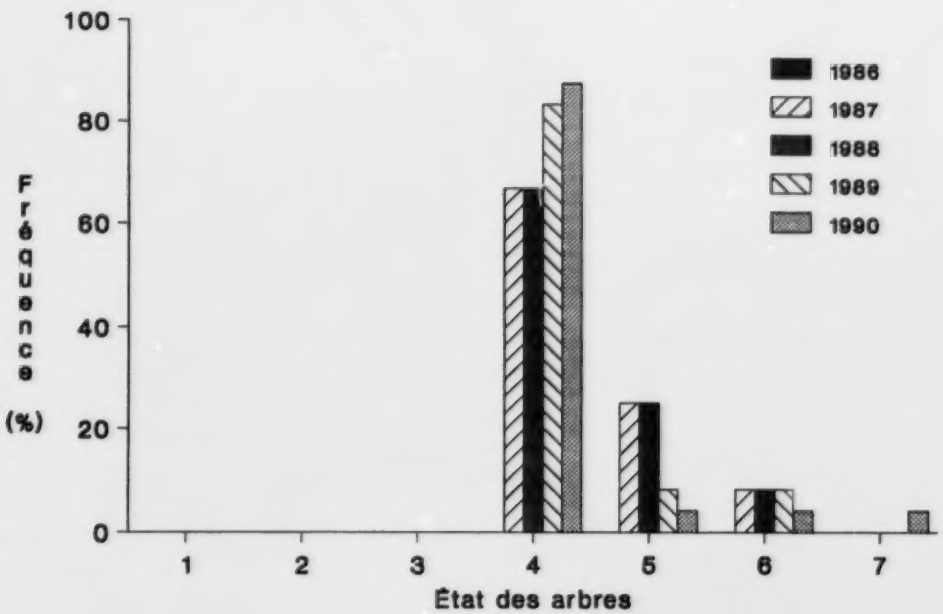


Figure 8. État de santé du chêne rouge (*Quercus rubra* L.) de 1986 à 1990, dans la Région de l'Ontario.

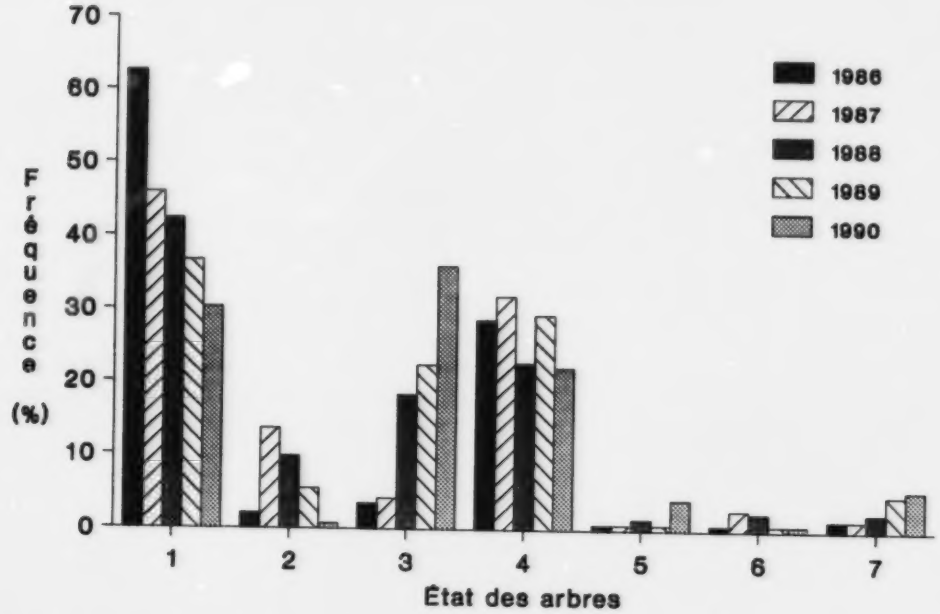


Figure 9. État de santé de l'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.) de 1986 à 1990, dans la Région de l'Ontario.

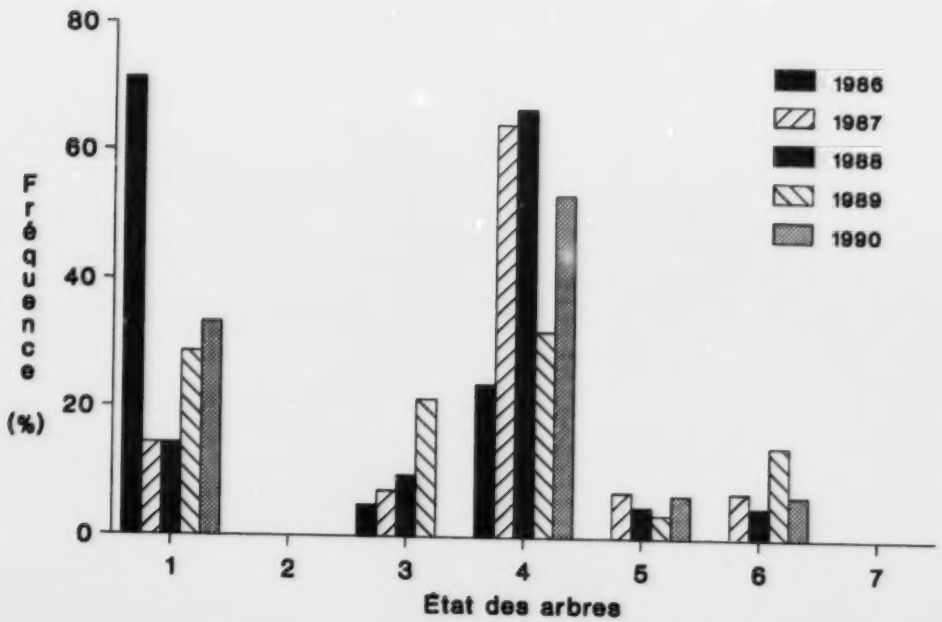


Figure 10. État de santé de l'érable rouge (*Acer rubrum* L.) de 1988 à 1990, dans la Région de l'Ontario.

pourcentage d'arbres dont le dépérissement dépassait 5 a peu évolué au cours de la même période (figure 9).

Les dommages au feuillage ont été observés dans toutes les régions, mais à un faible degré ou à l'état de traces. Dans les Maritimes, l'anthracnose (*Kabatiella apocrypta*) a provoqué un certain brunissement des feuilles, à l'instar de la tache foliaire, sur une parcelle en 1989, mais, au cours des autres années, il n'y a eu que des traces ou de faibles atteintes aux feuilles, causées par divers insectes et maladies. Au Québec, en moyenne, les dégâts foliaires causés chaque année par les insectes et les maladies se situaient à l'état de traces; dans une parcelle, l'intensité des dommages a été moyenne de 1988 à 1990, résultat d'une infestation du thrips du poirier (*Taeniothrips inconsequens* [Uzel]). En Ontario, la défoliation a été minime et n'a pas influé sur l'état de santé des arbres.

Érable rouge (*A. rubrum* L.)

Les données proviennent des Maritimes, du Québec et de l'Ontario. Aucun arbre n'est mort en Ontario et un seul dans les Maritimes, à la suite d'une blessure grave à la tige. Au Québec, un arbre sur 12 est mort de causes inconnues entre 1986 et 1990.

Dans les Maritimes, l'état des cimes était bon et il l'était à peine moins au Québec et en Ontario. De 1986 à 1990, 80 % en moyenne des arbres des Maritimes se sont classés dans les catégories 1 à 3. Au Québec, plus de 80 % des arbres se trouvaient dans la catégorie 4 (jusqu'à 25 % de mortalité des branches) en 1990. En Ontario, l'état des cimes s'est dégradé de 1986 à 1988, avant de s'améliorer de nouveau en 1989–1990 (figure 10). Certains érables rouges souffraient de dégâts modérés ou graves au feuillage, dégâts attribuables à une combinaison d'acariens et d'un agent de la tache des feuilles. En Ontario, la sécheresse et le gel ont causé des traumatismes supplémentaires aux arbres de 1987 à 1989.